14 8 A173

MEMORIE

DELLA

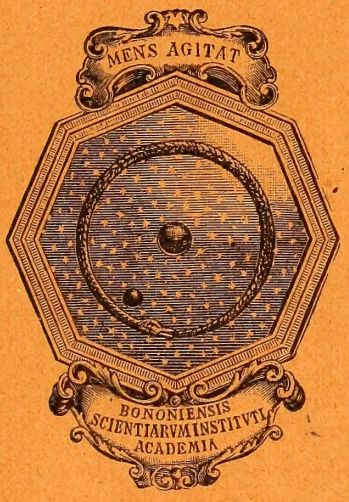
R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VII. – TOMO I.

Fascicoli Primo e Secondo.



Smithsonian Institution
JAN 21 1920
248623
National Museum

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1914

MEMORIE

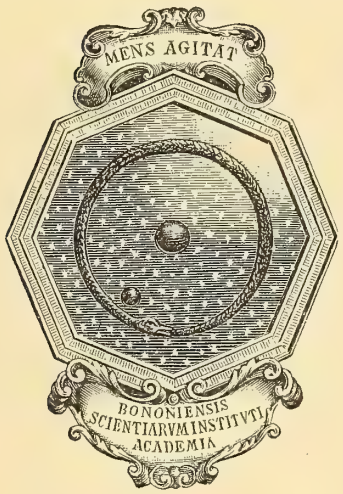
DELLA

R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VII. – TOMO I.



JAN 21 1920
National Museum

BOLOGNA
TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI
1914

RICERCHE SPERIMENTALI SUI RAGGI MAGNETICI
IN DIVERSI GAS E MISCUGLI GASSOSI

MEMORIA
DEL
Prof. Sen. AUGUSTO RIGHI

(letta nella Sessione del 16 Novembre 1913).

(CON 19 FIGURE)

Introduzione.

Durante e dopo la pubblicazione delle varie mie Note e Memorie sui *raggi magnetici* (1), nelle quali sono descritti numerosi fatti nuovi ed esposta la ipotesi che me li ha successivamente suggeriti, altri fisici si sono occupati dello stesso argomento (2), qualcuno di essi muovendo obbiezioni contro l' ipotesi stessa. Fra questi ultimi il Sig. Thirkill

(1) Rend. della R. Acc. dei Lincèi, 2 febbr. 1908.
— Bull. des Séances de la Societé Française de Physique, 1er fascicule 1908.
— Mem. della R. Acc. di Bologna, 17 maggio 1908.
— Rend. della R. Acc. dei Lincèi, 20 dicembre 1908.
— N. Cimento, genn.-febb. 1909.
— Mem. della R. Acc. di Bologna, 17 gennaio 1909.
— Rend. della R. Acc. dei Lincèi, 5 giugno 1909.
— Rend. della R. Acc. dei Lincèi, 20 giugno 1909.
— Rend. della R. Acc. dei Lincèi, 17 ottobre 1909.
— Mem. della R. Acc. di Bologna, 14 novembre 1909.
— Rend. della R. Acc. dei Lincèi, 7 dicembre 1909.
— Atti della Soc. Italiana pel Progr. delle Scienze, 1910.
— Riassunto delle precedenti pubblicazioni, in N. Cimento gennaio 1910; Phys. Zeitschr. 1910, s. 158; Le Radium, mars 1910.
— Rend. della R. Acc. dei Lincèi, 20 agosto 1911.
— Le Radium, sept. 1911.
— Phys. Zeitschr. 1911, s. 833.
— Le Radium, novembre 1911.
— Rend. della R. Acc. dei Lincei, settembre 1912.

(2) H. Thirkill. Proc. Roy. Society, n. 563, febr. 1910.
— T. Collodi. Rend. della R. Acc. dei Lincèi, dicembre 1910.
— G. Berti. Rend. del R. Ist. Lombardo, 10 febb. 1912.
— T. More and. E. Rieman. Phil. Mag. August 1912.

ha cercato di sostenere la vecchia idea, e cioè che i fenomeni speciali pei quali quei raggi si differenziano dai soliti raggi catodici possono spiegarsi tutti senza ricorrere a nuove ipotesi, cioè ammettendo, che i raggi magnetici consistano unicamente in elettroni che si muovono lungo traiettorie, aventi forme alquanto simili a quella di eliche avvolgentisi attorno alle linee di forza magnetica. Ma, oltre che le spiegazioni basate su questo concetto appaiono in certi casi complicate e poco naturali, quel giovane fisico non ha preso nella debita considerazione nè soddisfacentemente spiegati alcuni fatti, e segnatamente i due seguenti da me sperimentalmente dimostrati: 1° la diminuzione della carica positiva trasportata dai raggi canali quando, sotto l'azione di un opportuno campo magnetico, essi si mutano parzialmente in raggi magnetici; 2° la sparizione dai raggi magnetici allorchè il campo magnetico, in seno al quale si producono, supera una certa intensità, variabile colle condizioni sperimentali.

D'altra parte i Sig^ri. More e Rieman, pur confermando pienamente quelli dei fatti da me descritti che essi hanno presi in esame, hanno riscontrato certe modificazioni nei risultati di una delle mie prime esperienze, quando nel tubo da scarica hanno sostituito all'aria qualche gas differente, traendo da ciò argomento per opinare, che anche la mia ipotesi, che d'altronde essi dichiarano di accettare in massima, si mostra in certi casi insufficiente.

In una breve Nota di risposta (1) ho messo avanti gravi dubbi sulla generalità, anzi sull'attendibilità stessa dei risultati ottenuti da quei due fisici, ed inoltre ho rilevato, che in ogni caso il comportarsi dei vari gas in modo differente costituisce, non una obbiezione, ma bensì una conferma all'ipotesi mia, visto che la diversa massa molecolare, e quindi anche la differente massa dei ioni positivi, deve modificare i fenomeni quantitativamente. Però mi riservai allora di riprendere lo studio sperimentale dei raggi magnetici adoperando io pure diversi gas, non appena avessi terminate certe ricerche, nelle quali mi trovava impegnato.

Ciò ho finalmente potuto fare; e nella presente Memoria espongo i nuovi risultati, dai quali apparirà, che i dubbi da me concepiti sulla validità delle conclusioni esposte da More e Rieman erano perfettamente leggittimi e fondati.

Una indicazione sommaria di alcuni dei nuovi risultati, che più ampiamente esporrò nella presente Memoria, è stata data in una Nota preventiva (2). In questa ho altresì discussa una recente Nota di More e Mauchly (3); per cui a quest'ultima posso accennare quì soltanto di volo.

---

(1) Phil. Mag. November 1912.

(2) Rend. della R. Acc. dei Lincei, 2° sem. 1913 fasc. 6°. — Phil. Mag. November 1913. — Le Radium, Octobre 1913.

(3) Phil. Mag. August 1913, p. 252.

PARTE PRIMA

Esperienza dell' anodo virtuale nell' aria.

§ 1. — **Disposizione sperimentale.**

Quella delle mie antiche esperienze, che ripetuta con gas diversi dall' aria avrebbe dato ai fisici americani risultati discordi da quelli da me descritti, può chiamarsi l' esperienza dell' *anodo virtuale.*

Per realizzarla in modo soddisfacente giova adoperare certi lunghi tubi da scarica il cui anodo è posto in una diramazione trasversale del tubo stesso. La fig. 1 mostra

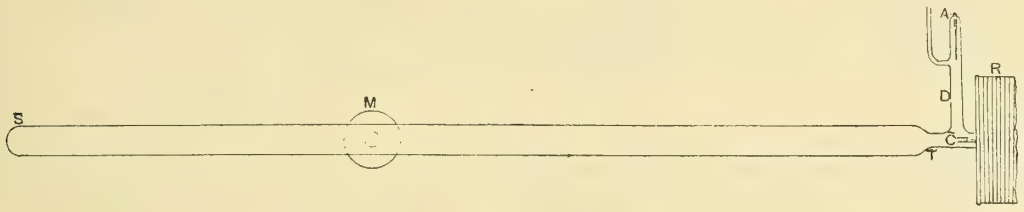


Fig. 1.

alla scala di 1 a 12 quello, che fu quasi esclusivamente adoperato per le esperienze descritte nella seconda parte della presente Memoria. Esso comprende una lunga porzione cilindrica *S T'* prolungantesi in un' altra parte pure cilindrica assai breve e di diametro minore, la quale è introdotta parzialmente nel foro del rocchetto *R* destinato a creare il campo magnetico. È all' estremità di detta parte ristretta che è fissato il catodo *C,* mentre l' anodo *A* si trova nel ramo trasversale *D.* La fig. 2 mostra quasi a metà del vero la parte del tubo attigua al catodo *C,* e fa vedere come questo termini con una faccia piana, e come sia circondato da un cannello di vetro, che limita la divergenza delle traiettorie percorse dagli elettroni.

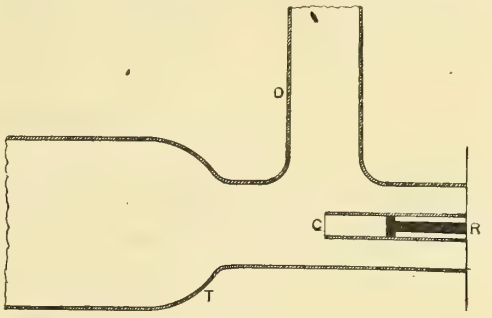


Fig. 2.

Quando una corrente è mandata nel filo del rocchetto *R,* si genera un campo magnetico d' intensità decrescente da *R* verso *S* (fig. 1). Per regola esso venne misurato a circa 2, 3 cent. dalla faccia polare del rocchetto, cioè al centro del catodo *C.* Determinazioni preliminari, fatte mentre il rocchetto era percorso da correnti di nota intensità, mi permisero di dedurre per interpolazione nel corso delle misure il valore del campo dietro la semplice lettura d' un amperometro.

Il cerchietto *M* della figura 1 indica l' elettrocalamita adoperata per mettere in

evidenza l'anodo virtuale, la quale è poi rappresentata nella fig. 3 alla scala di 1 a 6, vista guardando nella direzione *C S* della fig. 1. È formata dalla lunga sbarra di ferro *A B C D E* e dai rocchetti *R, R'* percorsi da una corrente in modo, che i poli *A, E* siano di nome contrario. Fra essi sta il tubo di scarica, rappresentato nella fig. 3 dalla sua sezione *T*. Siccome occorre far agire il campo magnetico esploratore successivamente su gran parte della lunghezza del tubo, l'elettrocalamita è fissata sopra un carretto *U V* scorrevole su una lunga tavola *X Y*, a questo scopo munita di guide, nonchè d'una scala a millimetri, su cui si può leggere la distanza fra l'asse magnetico *A E* ed il centro del catodo.

L'intensità del campo prodotto a metà della retta *A E* fu sempre di 80 a 150 gauss, intensità sufficiente per lo scopo, e che non si deve molto oltrepassare onde non influire sulla scarica, specialmente quando *M* (fig. 1) sia vicina a *C*.

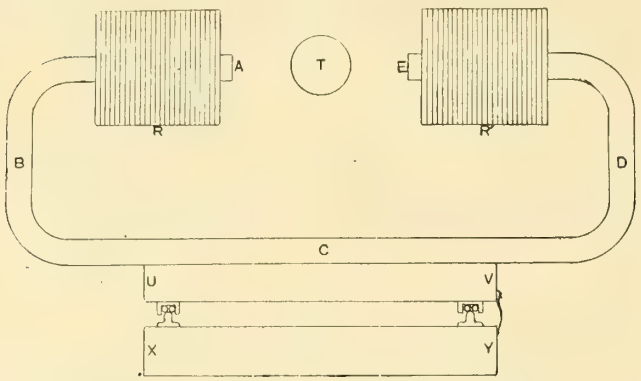


Fig. 3.

La corrente di scarica nel tubo fu qualche volta fornita da piccoli accumulatori con interposizione di forti resistenze liquide; ma, il più delle volte da una macchina ad influenza. L'intensità di essa fu sempre circa $^1/_3$ di milliampère.

Tralascio naturalmente di descrivere i reostati, gli amperometri, il galvanometro, e l'elettrometro, volta a volta adoperati rispettivamente per regolare e misurare le correnti nei rocchetti, per misurare la corrente nel tubo, e la differenza di potenziale fra gli elettrodi.

§ 2. — **L'esperienza dell'anodo virtuale.**

A scopo di chiarezza e per evitare ogni possibile malinteso trovo necessario richiamare dapprima dettagliatamente in che consista questa esperienza.

Mentre in assenza di campo magnetico vedesi entro il tubo *D C T* (fig. 1) la consueta luminosità, e cioè la colonna positiva nel ramo *D*, spesso stratificata, e i due strati negativi presso *C*, quando col rocchetto *R* viene generato un campo di conveniente intensità, non solo si sposta entro *D* la colonna positiva, che va, per così dire, a schiacciarsi contro la parete, ma si nota un considerevole allungamento verso *S* del secondo strato negativo, che assume l'aspetto d'un ampio pennacchio azzurro. Chi non ammette l'ipotesi proposta da me lo considererà come un fascio di raggi catodici a traiettorie avvolte intorno alle linee di forza magnetica; secondo la mia teoria, oltre agli elettroni liberi mobili in tal guisa, si muovono in quel fascio dei sistemi neutri costituiti ciascuno da un ione positivo e da un elettrone sattellite. Questi doppietti o,

se vogliamo, stelle doppie, sono necessariamente assai instabili, per quanto venga ad essi conferita dal campo una relativa persistenza. Perciò essi si rompono quasi appena formatisi, mentre se ne costituiscono di nuovi; ma il numero di quelli esistenti ad un dato istante è decrescente andando da *C* verso *S*, perchè decresce pure il campo magnetico, senza del quale la loro durata media è inapprezzabile.

Aumentando la corrente magnetizzante il fascio azzurro si allunga sino ad un massimo, e in pari tempo appare sul suo prolungamento una colonna di luce rossa, che chiamerò *colonna secondaria*, avente l'aspetto della colonna positiva. Facendo intervenire il campo esploratore trasversale, prodotto coll'elettrocalamita *M*, la colonna secondaria si deforma in modo da far comprendere, che una certa regione del tubo si comporta come se ivi esistesse un anodo (anodo virtuale) da cui partissero due correnti, una verso *C* e l'altra verso *S*. Secondo la mia ipotesi quell'anodo sarebbe originato dall'accumularsi dei ioni positivi risultanti dalla distruzione dei doppietti formatisi sotto l'influenza del campo. Chi non ammette la mia teoria, dovrà escogitare un'altra spiegazione.

A seconda delle circostanze la colonna secondaria viene deformata dal campo esploratore in diversa maniera.

Se i ioni positivi formanti l'anodo virtuale si accumulano in un sottile strato *A* (fig. 4), le due correnti partenti da esso saranno dirette come *B* e *C*, e sotto l'azione del campo esploratore assumeranno forme curve come *B'*, *C'*. Naturalmente, se si invertisse la direzione del detto campo si avrebbe invece un incurvamento con convessità verso l'alto alla destra di *A* e verso il basso alla sinistra del punto medesimo. Spostando l'elettrocalamita esploratrice *M* col suo carrello da *T* verso *S* (fig. 1), si vedrà appunto incurvarsi la colonna secondaria prima come *C'*, più oltre come *B'*, passando per una certa posizione, quella cioè di fronte ad *A*, ove la colonna stessa assume una forma di *S* restando essa sull'asse del tubo nella parte di questo ove risiede l'anodo virtuale. Rimarrà così fissata agevolmente la posizione di questo.

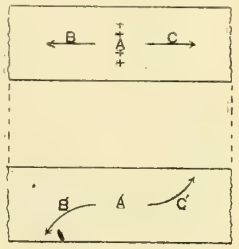


Fig. 4.

Altre volte accade invece, che la colonna secondaria viene sdoppiata dall'elettrocalamita esploratrice. Questo sta ad indicare, che l'anodo virtuale occupa una regione più o meno estesa *A B* (fig. 5). Infatti, nel tratto *A B* di colonna secondaria coesistono due correnti di opposte direzioni, e il campo esploratore le infletterà in sensi opposti cioè come *A' C' B'* ed *A' D' B'*. A sinistra di *A'* e a destra di *B'* non si osserverà sdoppiamento, ma solo inflessione della colonna luminosa. Si potrà assumere come luogo occupato dall'anodo virtuale la regione del tubo che sta fra i poli dell'elettrocalamita mobile, allorchè, avendo fatto scorrere questa parallelamente al tubo, essa è giunta in quella posizione che sdoppia la colonna secondaria in due rami presentanti intensità luminose sensibilmente uguali.

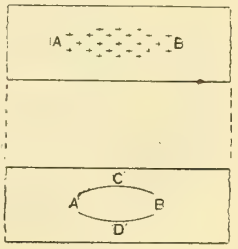


Fig. 5.

§ 3. — **Cause d'errore.**

Fin dalle prime pubblicazioni sull'argomento insistetti sulla necessità d'evitare ogni minima scintilla nell'aria libera lungo il circuito di scarica, di cui fa parte il tubo. Se v'è una interruzione, anche piccolissima, non solo la scarica, che prima era od almeno appariva continua diviene intermittente, ma si illumina con luce rossa il lungo tubo.

Questa colonna di luce, la quale sino ad un certo punto imita la *colonna secondaria* dovuta all'anodo virtuale, può nettamente distinguersi da questa coll'uso avveduto della elettrocalamita esploratrice.

Infatti, la colonna secondaria presenta le deformazioni già descritte, rivelanti l'esistenza d'un anodo virtuale in una regione più o meno lontana dal catodo. Solo eventualmente, e cioè quando il campo magnetico è assai debole, l'anodo virtuale apparirà poco lungi dal catodo, e la colonna di luce rossa si piegherà per tutta la sua lunghezza in modo da rivelare l'esistenza d'una corrente diversa nel senso da *T* verso *S*. Invece, la colonna luminosa generata in causa dell'esistenza d'una piccola scintilla si piega sempre in quest'ultima maniera. Ed oltre a ciò essa mostra altri caratteri distintivi, come quello che sotto l'influenza del campo esploratore essa si accumula contro la parete lasciando libera o quasi l'intera sezione del tubo, ciò che non avviene per la colonna secondaria.

Alcune mie ricerche posteriori a quelle citate nell'Introduzione (1), suggeriscono una spiegazione della colonna di luce riempiente il tubo quando v'è nel circuito una interruzione colmata da una piccola scintilla. Mostrai infatti, che le scintille o in genere le scariche esplosive in un gas rarefatto proiettano a distanza elettroni e ioni positivi. I primi dotati di velocità maggiori arrivano assai lungi, anzi quasi sempre sino al fondo del tubo; gli altri s'arrestano a poca distanza dal luogo donde sono partiti. È la ricombinazione di essi, effettuantesi negli intervalli di tempo che trascorrono fra l'una e l'altra scintilla, che genera la colonna luminosa nel lungo tubo.

Sino dall'inizio delle mie ricerche constatai pure che, adoperando le scariche d'un rocchetto invece che la corrente tranquilla della macchina a influenza o degli accumulatori, si hanno effetti dello stesso genere di quelli prodotti quando, pur facendo uso di tali sorgenti, esiste una scintilletta lungo il circuito, cosichè abbandonai subito l'uso del rocchetto. Niuna meraviglia quindi che i due fisici americani citati in principio, i quali appunto fecero uso del rocchetto, siano stati tratti in inganno.

Ho osservato recentemente la produzione di una colonna di luce, simile a quella dovuta ad una piccola scintilla, anche in qualche altro caso, per esempio quando si dà al campo magnetico generato dal rocchetto *R* (fig. 1) una troppo grande intensità, o quando, pur non esistendo campo magnetico, si spinge troppo oltre la rarefazione, o

---

(1) Memoria della R. Acc. di Bologna 28 gennaio 1912. — *Le Radium,* Juillet 1912. — Phys. Zeitschr. 15 september 1912.

quando infine si dà al ramo laterale D contenente l'anodo una eccessiva lunghezza (1).

Tenendo conto di quanto ho detto in questo e nel precedente § sarà sempre facile riconoscere, se la colonna di luce rossa, che occupa parte del tubo verso S, è veramente dovuta ad un anodo virtuale, nonchè fissare con sufficiente esattezza la distanza fra questo e il catodo. Le principali ricerche narrate in questo scritto richiesero appunto la localizzazione dell'anodo virtuale.

§ 4. — **Tubi da scarica di varie forme e loro modo d'agire.**

Adoperai sempre in passato i tubi della forma descritta, che era il risultato di numerosissimi tentativi, senza indagare a fondo il motivo della loro speciale efficacia; ultimamente, cioè prima di procedere alle nuove esperienze con vari gas, ho voluto esaminare il comportamento di tubi aventi forme svariate.

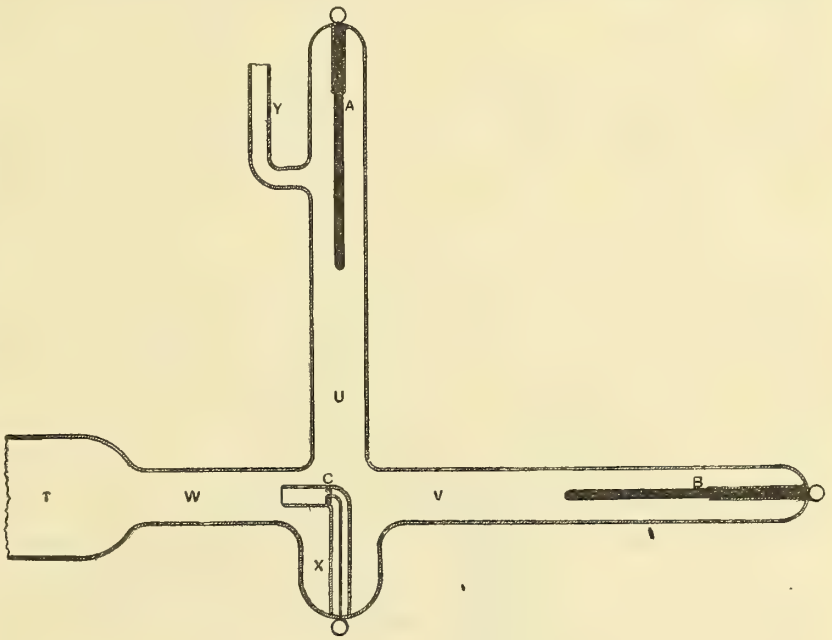


Fig 6.

In primo luogo ho provato un tubo, del quale la fig. 6 rappresenta a circa $^1/_3$ del vero la parte che contiene gli elettrodi. Questi sono in numero di tre, cioè il catodo C avente in sostanza la forma usuale, e due anodi A, B, il primo collocato come di consueto in un ramo laterale U, l'altro B giacente sull'asse comune dei tubi T, W, V. Il tubo T è lungo come quello della fig. 1, cioè circa un metro e mezzo, ed il rocchetto destinato a creare il campo è disposto nel solito modo, di guisa che il tubo VB penetra nel suo interno.

Con questo tubo ho constatato, che finchè si adopera come anodo l'elettrodo A, si ottengono i risultati altra volta descritti, e dei quali si parlerà anche più oltre estesamente; ma se si adopera invece come anodo l'elettrodo B, manca affatto ogni vera manifestazione di anodo virtuale. Ed infatti, si allunga bensì anche in questo caso,

(1) Nel caso delle mie esperienze il tubo D si mostrava di conveniente lunghezza quando era di 15 a 25 centimetri; d'altra parte non dava, per diverso motivo, risultati buoni riducendolo a pochi centimetri di lunghezza.

quando si crea un campo magnetico di sufficiente intensità, il fascio di luce azzurra che parte da *C*, ed invade una porzione più ó meno grande del tubo *T*, ed anzi si allunga di più in più sino ad un massimo per poi nuovamente diminuire di lunghezza, allorchè si fa crescere gradatamente l'intensità della corrente magnetizzante; ma non si scorge quella colonna di luce rossa o rosea prolungante il detto fascio, che manifesta l'esistenza dell'anodo virtuale.

È probabile, che il fascio azzurro contenga le coppie elettrone-ione positivo anche in questo caso; ma manca una delle condizioni necessarie perchè i ioni positivi provenienti da esse possano periodicamente dar luogo alla produzione della colonna secondaria, come si vedrà più avanti.

Può sorgere il dubbio, che la mancata produzione di anodo virtuale, che si verifica quando si prende come anodo l'elettrodo *B*, dipenda dal fatto, che gli elettroni provenienti da *C* debbono retrocedere verso *B*. Benchè questo dubbio sembri poco fondato, in quanto che si osserva bene il fenomeno dell'anodo virtuale quando si adopera come anodo l'elettrodo *A*, anche se il tubo *U* è innestato al tubo *V* assai più alla destra di *C* che non appaia nella figura, ho tuttavia voluto sperimentare col tubo della fig. 7 (scala 1:6), nel quale il catodo *C* ha la forma usuale, e l'anodo *A* è fissato in un tubo *AB* riunito in *D* al tubo principale mediante della ceralacca. Naturalmente la porzione di tubo da *C* ad *A* è introdotta nel rocchetto generatore del campo magnetico. Non ho neppure con tal tubo ottenuto l'anodo virtuale, ovunque facessi giungere la estremità *B* del tubo *AB*.

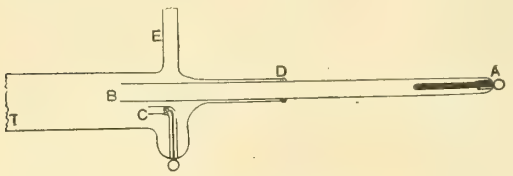


Fig. 7.

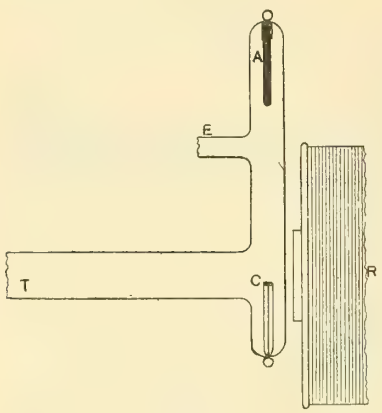


Fig. 8.

Occorre dunque che la colonna positiva sia disposta trasversalmente rispetto al campo magnetico, perchè il fenomeno dell'anodo virtuale possa prodursi. Fra poco se ne vedrà la ragione.

Un'altra particolarità dei miei tubi per la produzione dell'anodo virtuale è quella del cannello di vetro circondante il catodo. Questa disposizione è vantaggiosa ma non indispensabile. Me ne sono assicurato col tubo della fig. 8 (scala 1:6), nel quale l'anodo è in *A* ed il catodo è libero e colla sua faccia rivolta verso *A*. L'esperienza fatta con questo nuovo tubo diviene istruttiva, in quanto che se ne trae la conferma del noto fatto, che i raggi magnetici hanno la lóro origine in prossimità del catodo e specialmente nel secondo strato negativo. Se infatti si osserva con attenzione la scarica, si constata facilmente quanto segue.

Quando la rarefazione ha il grado conveniente per la netta produzione dei raggi magnetici, si vede da *A* sino verso *C* la colonna positiva stratificata, e sopra *C* veggonsi i due strati di luce negativa. Eccitando il rocchetto *R* con corrente crescente, si

vedono dapprima assottigliarsi di più in più i detti due strati e accostarsi al catodo; poi, quando il campo magnetico assume una sufficiente intensità, compare il fascio di luce azzurra, che occupa sensibilmente il tubo di forza magnetica passante pel secondo strato negativo nella sua nuova posizione vicinissima al catodo.

§ 5. — **Periodicità della scarica e differenza di potenziale agli elettrodi.**

Rilevai altra volta, che quando si verifica il fenomeno dell'anodo virtuale la scarica nel tubo cessa di essere sensibilmente continua per divenire intermittente o quanto meno periodica o pulsante. Ciò dedussi, sia guardando l'imagine della scarica entro uno specchio girante, sia dalla constatazione d'un suono, emanante dal tubo, ma più facilmente udibile da un telefono inserito nel circuito di scarica. Più tardi fui tratto a studiare come vari la differenza di potenziale fra gli elettrodi d'un tubo da scarica, quando su di esso si fa agire un campo magnetico; e trovai che, in generale, quella differenza (misurata con un elettrometro di opportuno grado di sensibilità) cresce per effetto del campo, se questo è trasversale rispetto al tubo, e varia di poco, generalmente diminuendo, se il tubo giace lungo la direzione della forza magnetica. È sottointeso che l'indicazione dell'elettrometro porge un valore medio del potenziale suddetto, che in realtà varia con periodicità, nello stesso modo che un usuale galvanometro incluso nel circuito del tubo dà una deviazione stabile, benchè la corrente sia pulsante.

Orbene, il tubo della fig. 6 dà quegli effetti, se si adopera come anodo l'elettrodo *A* e non quando s'impiega l'elettrodo *B*. Se ne deduce la probabile esistenza di uno stretto legame fra produzione di anodo virtuale, periodicità della corrente e aumento della differenza di potenziale agli elettrodi. Per l'addietro pensavo, che la causa principale di tutto ciò risiedesse nelle deviazioni dal loro cammino degli elettroni partenti dal catodo; i risultati che dà il tubo della fig. 6 inducono ora a pensare invece, che debbano prendersi in considerazione le deviazioni degli elettroni e dei ioni positivi lungo la colonna positiva. Ogni elettrone ed ogni ione, invece di muoversi in linea retta fra una collisione e l'altra, percorrerà traiettorie curve sotto l'azione del campo, che sono archi di cerchio se questo è uniforme; e ciò naturalmente ostacola o ritarda il processo della scarica dando necessariamente luogo all'accumularsi di elettricità agli elettrodi con aumento della loro differenza di potenziale. Ne consegue altresì una regolare periodicità nel processo della scarica. Per renderne conto si deve rammentare, che in causa del crearsi di nuovi ioni durante una scarica, questa può protrarsi alcun poco anche dopo che la differenza di potenziale è scesa al disotto del valore, che sarebbe necessario qualora la scarica stessa dovesse iniziarsi. Nel caso attuale andrà quindi smaltendosi in parte l'elettricità accumulatasi in più del consueto agli elettrodi, e la scarica andrà affievolendosi sinchè nuovamente aumenti la differenza di potenziale agli elettrodi, dopo di che si riprodurranno le medesime vicende.

Resta così spiegata la periodicità della scarica; ed in oltre si comprende come, ammessa la formazione delle coppie elettrone-ione positivo, le quali abbandonano dei

ioni positivi in una certa regione del tubo formando colà il così detto anodo virtuale, sia precisamente nelle fasi di minima intensità della corrente di scarica, che si forma quella doppia corrente originata dallo scaricarsi del medesimo anodo virtuale, che costituisce la colonna secondaria.

Ho trovato comodo recentemente di mettere in evidenza la periodicità che ha la scarica, quando ha luogo la formazione dell'anodo virtuale, ricorrendo al noto tubo di Braun. Gli elettrodi *A* e *C* di questo (fig. 9) comunicano con una seconda macchina ad influenza, mentre sul fascetto catodico, producente la piccola macchia luminosa sulla lastra fluorescente *X*, si fanno agire le lastrine *D*, *E*. Queste però non comunicano cogli elettrodi del tubo da raggi magnetici direttamente, perchè gli spostamenti della macchia luminosa risulterebbero troppo grandi; ma sulle comunicazioni sono inseriti due condensatori di Epino *U*, *V*. Naturalmente si guarderà entro uno specchio girante la macchia luminosa.

Non mi sono fermato a studiare in dettaglio da che dipenda la durata del periodo, o, se si vuole, l'altezza del suono prodotto nel telefono incluso nel circuito di scarica. Posso notare però, che quel suono diviene in generale più grave quando si aumenta l'intensità del campo, come pure quando si aumenta la capacità degli elettrodi (per esempio facendoli comunicare colle armature di un condensatore) ed anche quando si introducono nel circuito resistenze o autoinduzioni assai considerevoli. D'altronde le relative esperienze rassomigliano assai ad altre, da me descritte dodici anni fa, nelle quali però non interveniva nessun campo magnetico (1). Ecco, a titolo di esempio, l'esperienza relativa all'effetto della capacità. Quando questa fu resa grande (20 mila unità elettrostatiche), il periodo della scarica divenne di circa mezzo secondo, sicchè, oltre che l'esperienza riesciva istruttiva per l'evidenza sua, essa produceva lo strano effetto di un regolare lampeggiamento che, creando il campo, veniva a sostituirsi alla luminosità placida e tranquilla della scarica. Ed aggiungerò ancora, che coi tubi quì adoperati e sotto l'azione del campo possono prodursi quelle strane successioni di suoni, d'altezze seguentisi senza continuità col graduale e continuo variare, sia della capacità, sia della resistenza ecc., che rendono le esperienze citate più sopra particolarmente interessanti.

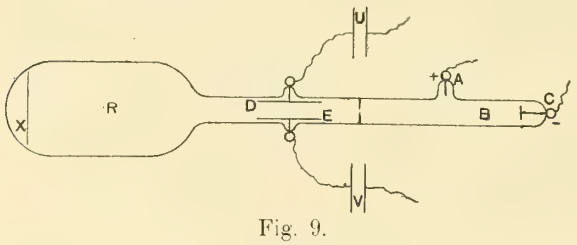


Fig. 9.

Il legame che esiste fra i tre effetti prodotti dal campo magnetico, cioè formazione dell'anodo virtuale, periodicità della scarica e aumento della differenza di potenziale media agli elettrodi si mette particolarmente bene in evidenza impiegando il tubo della fig. 6. Ecco a questo proposito il dettaglio d'una esperienza.

La pressione entro il tubo era 0,22 mm. Preso dapprima come anodo l'elettrodo

(1) Rend. della R. Acc. di Bologna, 25 Maggio 1902. — Le Radium, Janvier 1910.

A si constatò la netta produzione dell'anodo virtuale per opera del campo magnetico, e in pari tempo l'aumento da 1450 a 2400 volta della differenza di potenziale agli elettrodi. Nello specchio girante la macchia luminosa del tubo di Braun mostrava intanto una forma di nastro sinuoso, ed anzi aveva sensibilmente la forma della curva di oscillazione risultante dalla composizione di due vibrazioni, i cui periodi siano fra loro nel rapporto 1 : 2. Preso poi come anodo l'elettrodo *B* sparirono la colonna secondaria e l'anodo virtuale, la striscia luminosa assunse nello specchio una forma rettilinea rivelante la mancanza di oscillazioni della differenza di potenziale, la quale mutò per effetto del campo da 1450 a 1300 volta.

Siccome la conclusione a cui sono giunto più sopra, e cioè che il campo deve agire in direzione trasversale rispetto alla scarica entro il tubo onde avvenga la manifestazione dell'anodo virtuale, ha evidentemente molta importanza, trovo utile l'aggiungere la descrizione di un'altra esperienza, per la quale fu da me costruito il tubo fig. 10 (scala 1 : 6). Il tubo trasversale portante l'anodo *D* è quì tanto lontano dal catodo *C*, che il rocchetto *R* può stare fra l'uno e l'altro. Anche in questo tubo, come in quello della fig. 6, trovansi due elettrodi *D* e *B*, l'uno o l'altro dei quali fa da anodo. Naturalmente il tubo è diviso in due parti, riunite poi fra loro a smeriglio in *A*.

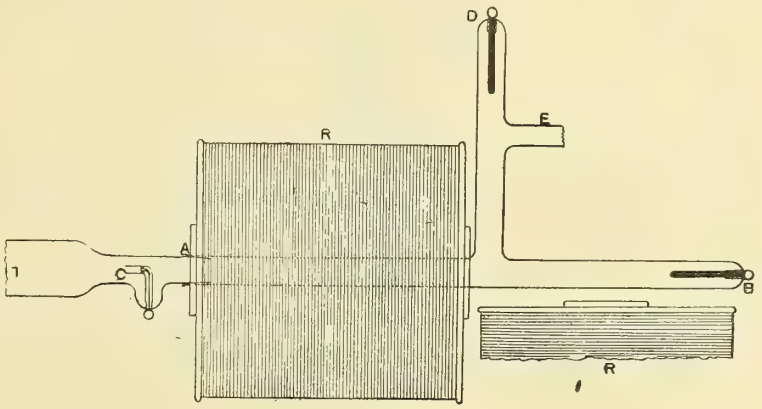


Fig. 10.

Stante la grande lunghezza che necessariamente la colonna positiva assume in questo tubo, accade facilmente di vedere una colonna di luce rossa nel lungo tubo *T* anche senza che agisca il campo; ma essa manca regolando opportunamente la rarefazione. Come col tubo fig. 6 si verifica quì la formazione dell'anodo virtuale se l'anodo principale è in *D* e non quando è in *B*. Se in quest'ultimo caso si accosta al tubo *A B* un secondo rocchetto *R'* generante un campo diretto trasversalmente rispetto alla colonna positiva, subito il fenomeno dell'anodo virtuale si produce, insieme alla periodicità della scarica e ad un aumento della differenza di potenziali degli elettrodi.

Nel caso in cui anche senza campo magnetico vedesi una luminosità rossa nel tubo *T* (la quale, studiata coll'elettrocalamita esploratrice, si comporta differentemente, come già si è spiegato, da quella dovuta all'anodo virtuale), coll'eccitare i rocchetti *R* ed *R'*, separatamente o insieme, si notano fenomeni interessanti in pieno accordo colle conclusioni precedenti, che però non descriverò almeno per ora. Che poi la luce entro *T* quando non v'è campo sia conseguenza d'eccessiva lunghezza della colonna positiva

risulta dal fatto, che essa mancò interamente quando adoperai come anodo un elettrodo saldato in un nuovo ramo parallelo a quello contenente *D* e partente dal tubo principale fra *A* e *C*.

Il tubo da scarica rappresentato dalla fig. 11 (scala 1 : 6), che descrivo per ultimo, mentre può sostituire sempre i tubi della forma originaria fig. 1, ai quali sotto certi rapporti è anzi da preferire, mi ha permesso di stabilire, che per la produzione dell' anodo virtuale deve soddisfarsi anche un' altra condizione; quella cioè che il campo magnetico abbia una direzione sensibilmente parallela all' asse del lungo tubo.

Il nuovo tubo manca della parte stretta che entra nel rocchetto. Ciò rende un pò meno facile la sua costruzione, ma presenta poi il vantaggio di potersi con esso adoperare un rocchetto *R* anche se non abbia il nucleo forato.

Per l' attuale esperienza mentre il tubo è, come sempre, fisso, il rocchetto *R* è mobile, portato com' è da una piattaforma orizzontale girevole intorno ad un asse verticale coincidente coll' asse del tubo *A C*. Si può così collocarlo nell' usuale posizione, cioè come mostra la fig. 11, oppure, girando di 90° la piattaforma, si può far in modo, che l' asse magnetico risulti perpendicolare all' asse del tubo *T*, nel qual caso il contorno del rocchetto assume la posizione indicata dal cerchio *Q*, e la periferia del nucleo quella del cerchio *P*. In questa seconda posizione del rocchetto le linee di forza magnetica rimangono come prima trasversali rispetto alla colonna positiva che si forma da *A* verso *C*, ma non sono più dirette da *C* verso *T*. Ecco in breve quanto si constata.

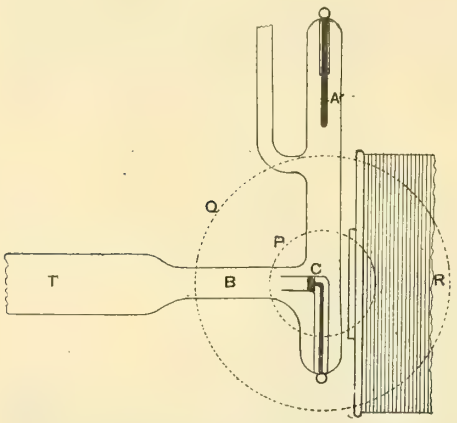


Fig. 11.

Quando il rocchetto è nella posizione usuale *R* si produce come sempre l' anodo virtuale, e perciò la colonna di luce rossa entro il lungo tubo, più o meno estesa secondo le circostanze (rarefazione, intensità del campo ecc.), la quale, esplorata coll' elettrocalamita trasversale mobile mostra il consueto comportamento. Durante l' azione del campo si ode il solito suono, specialmente impiegando un telefono, e la differenza di potenziale fra gli elettrodi, quale è indicata da un elettrometro con essi comunicante, mostra un considerevole aumento. Per esempio con pressione dell' aria di 0,24 mm. e campo di media intensità la differenza di potenziale crebbe, creandosi il campo, da 1400 a 1800 volta.

Fatto girare il rocchetto sino alla posizione *Q* (fig. 11) senza null' altro variare, si vede ancora una colonna di luce rossa nel tubo *B T*, ma questa si comporta assai diversamente, cioè precisamente come quella ottenuta quando v' è nel circuito una piccola interruzione ove scatta una scintilla nell' aria. Si ode ancora il suono; ma è più acuto e più intenso di prima. Tal suono dimostra, che anche col rocchetto nella nuova posizione il campo magnetico ha reso periodica la scarica, che senza di esso era o pareva con-

tinua; ma pur essendo soddisfatta la condizione già dimostrata necessaria (direzione trasversale del campo per rapporto alla scarica) non si produce l'anodo virtuale, ora che il campo non è diretto secondo *C B T*. Occorre dunque che il campo sia diretto in quest'ultima maniera perchè si manifesti l'anodo virtuale.

Coll'elettrolamita nella nuova posizione, nella quale il campo magnetico è diretto trasversalmente alla scarica, non solo nel tratto della colonna positiva ma in tutto il resto, si verifica, anche più marcatamente che coi tubi fig. 1 e 6, il solito aumento della differenza di potenziale agli elettrodi. Nel caso speciale indicato poc'anzi l'elettrometro saliva da 1400 a 3000 volta, quando si creava il campo magnetico.

L'impiego del tubo di Braun permette un'utile constatazione anche senza far intervenire lo specchio girante, quella cioè della diversa ampiezza nei vari casi dell'oscillazione di potenziale agli elettrodi. Per esempio nelle circostanze indicate più sopra la macchia luminosa vibrava sul diaframma del tubo di Braun con una ampiezza di circa 30 mm. quando il rocchetto era in *Q*, e con ampiezza di circa 6 mm. quando il rocchetto si trovava nella consueta posizione *R*.

Dall'insieme delle esperienze precedenti parmi risultare abbastanza chiaramente la spiegazione del fenomeno dell'anodo virtuale. Il campo magnetico rende periodica la scarica allorchè agisce su di essa trasversalmente; il che ha per conseguenza l'illuminarsi del lungo tubo come si è spiegato verso la fine del § 3. Ma se inoltre il campo agisce nella direzione dell'asse del grande tubo, esso favorirà la formazione dei doppietti elettrone — ione positivo, ai quali si deve, secondo l'ipotesi proposta, il fatto constatato d'un trasporto di ioni positivi da *C* verso *T* (fig. 11). Questo trasporto si effettua nelle fasi di massima intensità della corrente fra gli elettrodi *A* e *C*, mentre lo scaricarsi dell'elettricità positiva dell'anodo virtuale, sia verso *C* che verso il fondo del tubo *T* ove sono pervenuti degli elettroni, si effettua durante la fase in cui la scarica principale è interrotta o piuttosto ridotta al minimo d'intensità.

Non mi sembra possibile mettere in dubbio l'esistenza dell'anodo virtuale, ossia il fatto d'un trasporto di ioni positivi a partire dalla regione invasa dalla scarica principale sino ad una regione più o meno lontana. E siccome ciò accade quando nella direzione, secondo la quale avviene quel trasporto, si muovono gli elettroni uscenti dal catodo e nella stessa direzione agisce la forza magnetica, così non mi pare facile sottrarsi all'idea, che al trasporto dei ioni abbiano parte gli elettroni in moto, e abbia influenza dominante l'esistenza del campo magnetico. Qualcuno potrebbe imaginare, che agli elettroni si uniscano i ioni positivi in modo da formare atomi neutri, animati da una velocità tratta da quella che prima animava gli elettroni liberi. Ma la necessità del campo agente nel senso del moto non si saprebbe allora come spiegarla; nè si potrebbe comprendere come mai dopo un certo percorso quei nuovi atomi neutri dovessero nuovamente scindersi in ioni ed elettroni. Invece l'ipotesi, secondo la quale si formano le coppie elettrone-ione positivo anzichè degli atomi neutri, rende conto in una maniera semplice e naturale sia del trasporto dei ioni sia della pronta loro nuova separazione dagli elettroni, sia delle altre modalità del fenomeno, come ad esempio

dell' allungarsi del fascio azzurro, che in generale si osserva, quando s' aumenta la magnetizzazione del rocchetto. E questo allungamento viene spiegato, anche se non si tiene conto della forza ripulsiva esercitata sui doppietti, assimilati a correnti chiuse in virtù del moto orbitale dei loro elettroni. Infatti, coll' accrescere la corrente magnetizzante del rocchetto si fa sì, che la regione, nella quale il campo magnetico è troppo debole perchè i doppietti resistano alle collisioni senza infrangersi, si trovi a maggior distanza dal catodo.

§ 6. — **Misura della distanza fra l' anodo virtuale ed il catodo.**

Dovendo studiare il comportamento di gas diversi dall' aria realizzando con essi l' esperienza dell' anodo virtuale, pensai di determinare la posizione di questo nei vari casi, onde vedere se e come tale posizione dipendesse dalla natura del gas, e quindi dalla natura dei ioni positivi trasportati, a parità delle altre circostanze. Fra queste la pressione del gas e l' intensità del campo magnetico sono le più importanti. In che senso si esplichi la loro influenza risulta già da esperienze anteriori; occorreva ora farne uno studio quantitativo, misurando la distanza dal catodo, alla quale in varie condizioni sperimentali si forma l' anodo virtuale. Riporterò in questo § le esperienze fatte coll' aria, mentre quelle fatte con altri gas formeranno l' oggetto della II Parte del presente scritto.

Il grado di esattezza, con cui si determina la posizione dell' anodo virtuale mercè l' osservazione delle deformazioni impresse alla colonna secondaria dall' elettrocalamita esploratrice, allorchè viene fatta scorrere lungo il tubo, è maggiore di quanto si potrebbe credere prima di tentare la prova, specialmente quando si è acquistato una certa pratica in tal genere d' osservazioni. I risultati ottenuti divennero perciò in breve abbastanza regolari, come si vedrà fra poco. Le misure fatte furono numerosissime; ma ne riferirò soltanto poche, tanto da poter da esse rilevare le principali conseguenze che se ne possono ricavare.

In primo luogo ho voluto rendere chiara l' influenza della rarefazione. Il tubo adoperato fu sempre quello delle fig. 1 e 2, non solo per queste prime esperienze, ma anche per tutte quelle che seguono quì e nella II Parte. Mantenuto costante il campo magnetico (1200 gauss, sempre misurato, come si disse, a 23 mm. dal rocchetto) ho variato la pressione P dell' aria, misurando ogni volta la distanza d dal catodo, della regione occupata dall' anodo virtuale. Ecco i valori raccolti in una serie di misure. Le pressioni P sono espresse in mm. di mercurio e le distanze d in centimetri.

P	0,40	0,36	0,30	0,24	0,20	0,17	0,11
d	26	31	42	64	81	99	140

Prendendo come ascissa la d e come ordinata la P si forma il diagramma della fig. 12. In esso i punti costruiti colle coordinate sperimentali sono rappresentati da piccoli cerchietti, e la curva tracciata a mano in modo che passi nella loro vicinanza

dà idea dell' andamento del fenomeno. Si vede così confermato ciò che avevo enunciato senza far misure, cioè che l' anodo si forma tanto più lontano dal catodo quanto maggiore è la rarefazione. Questo risultato è conforme a ciò che fa prevedere la teoria delle coppie elettrone-ione positivo. Infatti, più raro è il gas e meno frequenti sono le collisioni subíte dalle dette coppie, di guisa che esse possono avere una meno effimera durata e pervenire numerose sino a maggior distanza dal loro luogo di partenza.

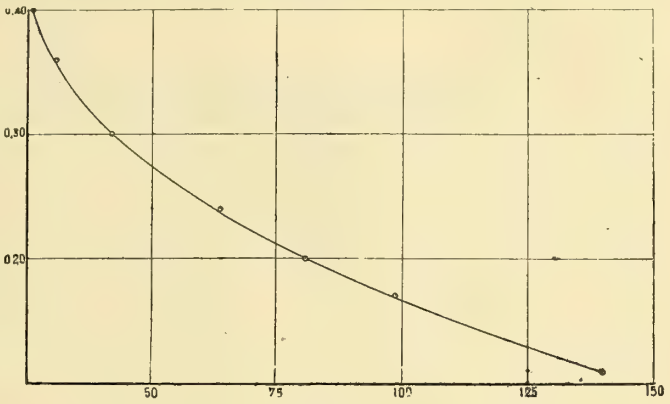


Fig. 12.

Anche l' influenza dell' intensità del campo era stata rilevata in base a osservazioni numerose ma senza effettuare misure. Avendone ora eseguite molte serie, ne è risultato la conferma dell' enunciato già fatto, e cioè che la distanza d fra anodo virtuale e catodo cresce al crescere del campo, ben inteso purchè non si arrivi a quegli elevati valori di questo, che conducono alla sparizione dei raggi magnetici.

La tabella seguente dà i valori di d corrispondenti a valori successivamente crescenti del campo magnetico M espresso in gauss nella solita convenzione (23 mm. dal rocchetto) in quattro serie di misure fatte con differenti pressioni dell'aria, segnate in testa alla tabella.

0,36		0,30		0,24		0,112	
d	M	d	M	d	M	d	M
38	1287	48	1326	62,5	1167	45,5	863
44	1366	52	1366	71	1233	51,5	877
54	1498	59	1432	85	1366	65,5	943
57	1564	64	1498	102	1528	79,5	995
70	1762	83	1749	116	1722	93	1022
93	2048	111	2160			101	1048

Con queste quattro serie di misure si sono costruite le curve della fig. 13, le quali confermano a colpo d'occhio il fatto testè richiamato, esso pure teoricamente prevedibile,

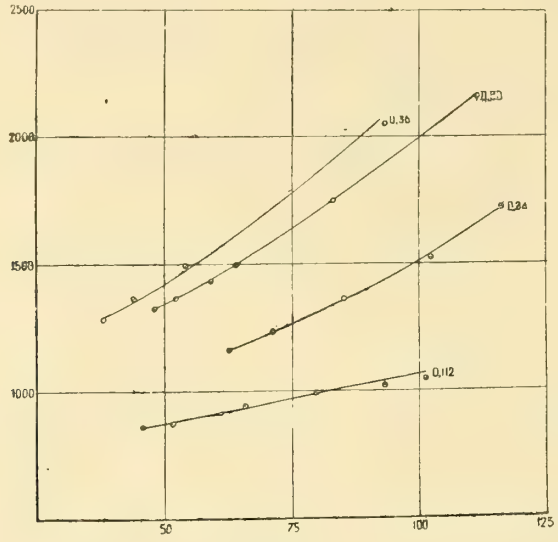


Fig. 13.

in quanto che le coppie elettrone-ione positivo devono naturalmente persistere tanto più lungi dal rocchetto, quanto più lontano si rinviene quella regione in cui l'intensità del campo diviene insufficiente a tutelarne qualche poco l'esistenza (1).

---

(1) Poichè diagrammi simili a quello della fig. 13 mi serviranno per presentare i risultati ottenuti coi gas differenti dell'aria, trovo opportuno fornire intorno ad essi qualche schiarimento.

In generale per ogni determinazione di d concorsero non una ma più esperienze di misura, dalle quali si trasse poi il valore medio. In alcuni casi, specialmente alle pressioni o molto basse o relativamente alte, certe determinazioni riescivano penose ad ottenersi, cosichè fu necessario fare più volte intere serie di misure. I relativi risultati furono da me sempre rappresentati graficamente, e li tenni sott'occhio quando, costruendo i diagrammi colle ultime determinazioni più accurate, si trattava di disegnare la curva passante in prossimità dei punti forniti dall'esperienza. Ciò spiega come qualcuna delle curve passi non tanto vicino ai piccoli cerchi, e appaia quindi come tracciata troppo arbitrariamente in quei casi in cui i punti determinati sono in iscarso numero. Si rimediò cioè alle incertezze tenendo presenti curve precedentemente ottenute in analoghe circostanze.

Farò notare per ultimo, che quantunque i valori dell'intensità del campo magnetico siano espressi con cifre tutte significative, ciò non deve far credere che tali valori sia stati determinati con tanta, e certo non necessaria, esattezza. In realtà feci misure di campo preliminari relative ad una serie d'intensità di corrente magnetizzante, cioè 1, 2, 4 . . . . . 20 ampiere, e nel procedere delle successive misure mi limitai a tener nota coll'amperometro delle intensità di corrente e calcolare in base a queste per interpolazione la corrispondente intensità del campo. Le intensità di campo indicate nelle tabelle sono quelle che risultarono da simili calcoli. Infine, onde evitare questi calcoli adottai, quando ciò mi parve conveniente, l'uso, di dare alla corrente magnetizzante una delle intensità (cioè 1 ampère, oppure 2, 4 etc.) per le quali avevo fatto le determinazioni preliminari dell'intensità del campo magnetico. E questo è il motivo pel quale certi valori del campo magnetico si veggono comparire ripetutamente nelle tabelle riassumenti le mie esperienze.

PARTE SECONDA

L'anodo virtuale in diversi gas.

§ 1. — **Disposizioni sperimentali e risultato generale.**

Come ho detto nella Parte Prima, gli apparecchi adoperati nelle mie esperienze con gas differenti dall'aria sono stati quelli stessi, che mi hanno servito per le esperienze coll'aria riferite nell'ultimo paragrafo della Parte Prima. In particolare, il tubo di scarica è stato sempre quello rappresentato dalle fig. 1 e 2. Perciò debbo soltanto accennare qui alla scelta dei gas e al modo d'introdurli nel tubo di scarica al posto dell'aria.

Naturalmente era per me di speciale interesse assicurarmi del grado di purezza dei gas adoperati. Così dovetti colla massima cura eliminare ogni traccia di aria o di vapor acqueo. A raggiungere l'intento, oltre che impiegare le solite pompe rotative di Gaede (tre in parallelo, e cioè una a palette e due a mercurio) per estrarre l'aria o rarefare i gas, e oltre che far uso d'un buon manometro tipo Mac-Leod per misurare le pressioni, trovai utile inserire, fra il recipiente contenente il gas da adoperare e i tubi di comunicazione delle pompe col tubo da scariche, l'apparecchietto in vetro rappresentato dalla fig. 14. Esso consta di un piccolo serbatoio S e di tubi stretti e brevi su cui sono inseriti tre rubinetti P, Q, R. L'estremità B è saldata ad uno dei suddetti tubi di comunicazione, mentre l'estremità A è collegata al recipiente del gas. Se, dopo avere fatto un buon vuoto, si aprono i tre rubinetti, il gas, già disseccato prima che arrivi in A, entra nel tubo da scarica. Dopo aver fatto il vuoto parecchie volte col rubinetto P chiuso, e aver fatto entrare nuovamente il gas, si giunge ad eliminare ogni traccia di aria; ed allora non resta che fare il vuoto un'ultima volta dopo aver chiuso, oltre che P, anche il rubinetto R. Rimane così disponibile fra P ed R una provvista di gas puro, a cui si attinge quando occorra aumentare la pressione nell'apparecchio da scariche. In tal caso è vantaggioso chiudere anche il rubinetto Q prima di aprire R, poichè in tal modo resta intatta la provvista di gas fra P e Q. Se anche a questa si deve ricorrere, si comincia col chiudere R e aprire Q per un istante, ed allora si utilizza il gas introdotto fra Q ed R, restando così ancora in serbo quello imprigionato fra P e Q.

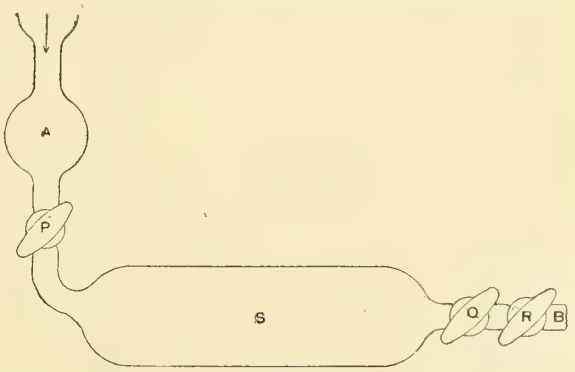


Fig. 14.

Evidentemente è bene, che il volume compreso fra Q ed R sia assai piccolo, affinchè la provvista di gas puro duri a lungo, specialmente quando la preparazione di esso sia resa indaginosa da speciali esigenze di purezza. È perciò preferibile sostituire ai rubinetti Q ed R un unico rubinetto di forma particolare (1), e da me ideato appunto per rendere possibile il far entrare del gas a piccolissime porzioni in un recipiente ove la pressione sia bassissima.

Quando ho voluto introdurre nel tubo da scariche non più un vero gas ma un vapore, lo stesso apparecchio della fig. 14 è stato ancora utilissimo. Dopo aver collocato in A una piccola quantità del liquido che deve fornire il vapore, ed avere fatto un ottimo vuoto col rubinetto P chiuso e i due Q, R aperti, si chiude quest'ultimo e socchiudendo il rubinetto P si fa entrare una certa quantità di liquido nel serbatoio S. Non resta allora che a fare ripetutamente il vuoto, onde esaurire le piccole porzioni d'aria eventualmente rimaste, per avere fra P ed R una piccola provvista di liquido e relativo vapore.

Nelle prime esperienze coi gas diversi dall'aria presi le più minute precauzioni per eliminare ogni traccia di gas estranei e particolarmente ogni minima traccia di azoto, giacchè secondo i Sig.ri More e Rieman, il fenomeno dell'anodo virtuale si formerebbe solo in gas contenenti azoto, e quindi non si formerebbe affatto in idrogeno, ossigeno, ed in altri gas puri, e, cosa singolare se fosse vera, neppure nell'azoto puro. Fu dunque mia cura eliminare l'aria aderente al vetro e agli elettrodi, per quanto ciò è possibile a conseguirsi, facendo passare a lungo le scariche, mentre le pompe erano mantenute in funzione. Inoltre i rubinetti in vetro, collocati per ragioni di comodità lungo i tubi di comunicazione, furono sempre di quelli con chiusura a mercurio e attentamente sorvegliati. Alla fine, per eccesso di scrupolo, fu fatta qualche esperienza dopo avere soppressi tutti i rubinetti.

I primi gas messi in esperienza furono l'ossigeno e l'idrogeno, preparati per elettrolisi di acqua distillata bollita di recente, mediante elettrodi di platino. Ora l'uno ora l'altro dei due gas veniva raccolto in un'ampia campana di vetro. Tale campana fu ripetutamente esaurita e poi nuovamente riempita mediante la elettrolisi, di guisa che alla lunga non poteva trovarsi più traccia dello azoto eventualmente rimasto sciolto nell'acqua o aderente agli elettrodi.

Ma più tardi, acquistata la convinzione che il fenomeno dell'anodo virtuale si produceva con tutti i gas messi alla prova, e che esso fenomeno non si modificava colla presenza di quantità anche non piccole di qualche gas differente, ho finito coll'eseguire le misure sopra gas di limitata purezza, cioè o quali si trovano in commercio, o come si preparano senza precauzioni esagerate. Sempre però fu eliminato per mezzo della anidride fosforica il vapor acqueo, la cui presenza, come quella di altri vapori, ha effetti tutt'altro che trascurabili.

---

(1) Mem. della R. Acc. di Bologna, 13 nov. 1892, pag. 7.

I gas messi alla prova sono stati: idrogeno, anidride carbonica, ossigeno, ossido di carbonio, azoto, vapore d'etere, vapore di cloroformio, e infine alcuni miscugli di due di quei gas.

Coi vapori d'etere o di cloroformio si stenta molto ad ottenere il fenomeno dei raggi magnetici e dell'anodo virtuale. In realtà esso si produce, ma per così dire in iscala ridotta, tanto che l'anodo virtuale appare sempre pochissimo lontano dal catodo. Questo comportamento è in accordo col risultato generale presentato dai vari gas, come si vedrà più oltre. Bastano poi scarse traccie di quei vapori per rendere meno evidente il fenomeno offerto da uno dei gas menzionati più sopra. È di regola l'evitare la presenza accidentale di vapori, perchè è operazione lunga e penosissima il liberare il tubo da scarica, le pompe, e ogni altra parte dell'apparecchio dalle ultime traccie di essi.

Benchè, contrariamente all'asserzione dei fisici poc'anzi citati, il fenomeno dell'anodo virtuale si possa ottenere distintissimo con tutti i gas, fra questi si notano però certe differenze. Si sa, che i raggi magnetici nell'aria si producono soltanto allorchè il campo magnetico ha valori compresi fra due certi limiti generalmente assai lontani fra loro, e dipendenti dal tubo adoperato, dalla pressione del gas e dall'intensità della corrente che lo attraversa. Le esperienze su vari gas mi hanno mostrato, che quei limiti variano anche colla natura del gas adoperato. Praticamente però ciò non crea serie difficoltà, perchè prima ancora che l'intensità del campo si avvicini al superiore di quei due limiti accade in generale, che la colonna secondaria invade l'intero tubo da scarica, e ciò impedisce di aumentare ulteriormente il campo magnetico. Infatti in tali condizioni la determinazione della posizione occupata dall'anodo virtuale diventa di più in più incerta. Inoltre accade, che la determinazione abbastanza esatta dell'ubicazione dell'anodo virtuale si ottiene con certi valori della pressione del gas, mentre per valori un poco minori o un poco più grandi s'incontra dell'incertezza. Pei diversi gas sono diverse quelle pressioni, che sono le più opportune quando si desidera fare buone misure; e, per esempio, coll'idrogeno non si può operare a rarefazioni troppo spinte, mentre coll'anidride carbonica avviene il contrario, cioè bisogna preferire le pressioni relativamente elevate.

Da queste circostanze dipende il fatto, che non per tutti i gas è stato possibile determinare le *curve caratteristiche* (cioè le curve aventi per ascisse d e per ordinate M, e rappresentate nel caso dell'aria nel diagramma fig. 13) per uguali valori della pressione.

§ 2. – **L'anodo virtuale in idrogeno, anidride carbonica, ossigeno ecc.**

È noto, che la luce della scarica ha colori diversi nei diversi gas, specialmente per quel che riguarda la luce positiva; giacchè quella degli strati catodici e del fascio luminoso emanante dal catodo offre variazioni meno considerevoli. La colonna secondaria suol avere sempre, come ben si comprende, lo stesso colore della colonna positiva.

Nel caso dell'idrogeno, che è stato, dopo l'aria, il primo gas da me messo in esperimento, quella luce è bianco-rosea o bianco-azzurra, pur variando qualche poco al variare della pressione (1).

Coll'idrogeno ho notato poi certe particolarità, cui qui accenno, benchè non sappia se da altri siano state già osservate alle pressioni che sono consuete in questo genere di esperienze.

Mi sono sempre accorto, che durante le misure di d (distanza dell'anodo virtuale dal catodo) corrispondenti a differenti valori di M (intensità del campo a 23 mm. dalla faccia polare del rocchetto) la pressione dell'idrogeno andava diminuendo. Si potrebbe attribuire questo fatto alla presenza di traccie di ossigeno; se non che in tale ipotesi l'effetto dovrebbe presto cessare, ciò che non si verifica affatto. È invece più probabile, che l'idrogeno venga assorbito dalle pareti o dagli elettrodi, anche quando la sua pressione è relativamente grande (per esempio qualche decimo di millimetro). Ad ogni modo questo fatto mi ha obbligato a procedere rapidamente nelle misure, e a ricondurre spesso la pressione al valore voluto col far entrare nell'apparecchio piccole quantità di idrogeno.

In accordo con quanto fu detto nel precedente paragrafo, si fanno buone misure coll'idrogeno quando la sua pressione è relativamente molto alta (per esempio anche fino a 1, 16 mm.), mentre con aria o altri gas più densi ciò non sarebbe possibile affatto.

Sono invece difficilissime le misure alle pressioni inferiori a circa un terzo di millimetro, a pressioni cioè alle quali le determinazioni riescono facili ed esatte coll'aria e con altri gas. La difficoltà che sorge alle basse pressioni dipende principalmente dal fatto, che per poco che si accresca l'intensità del campo a partire dai minimi valori, l'anodo virtuale si forma molto lungi dal catodo, ragione per cui bisognerebbe impiegare coll'idrogeno tubi lunghissimi. Accade inoltre, che la viva fluorescenza verde delle pareti (che coll'idrogeno si presenta già a pressioni assai più elevate che con altri gas) impedisce di scorgere bene la colonna secondaria, e quindi le sue deformazioni. Infine si verifica la produzione d'una luce simile a quella della colonna secondaria, e che riempie l'intero tubo, dovuta a quella intermittenza spontanea della scarica (indipendente dal campo), che nel caso dell'aria si manifesta solo a rarefazioni elevatissime.

Il diagramma della fig. 15, di struttura simile a quella dell'altro relativo all'aria (fig. 13), mostra i risultati delle tre serie di determinazioni, raccolti nella tabella seguente.

---

(1) Se si volesse rettamente apprezzare il colore della luce di queste scariche, sarebbe necessario osservarle dopo aver a lungo riposato l'occhio nell'oscurità completa, cosa che non ho mai fatto durante le mie esperienze, che trattenevano verso altri oggetti tutta la mia attenzione. Coll'occhio non riposato si è esposti ad apprezzamenti assai variabili in causa del contrasto. Così per esempio una stessa scarica nell'idrogeno mi sembrava ora tendere al roseo ora all'azzurro, secondo che l'ambiente passava alla oscurità partendo dalla luce dal giorno o da quella d'una lampadina a incandescenza.

Per ogni serie la pressione dell'idrogeno era quella segnata in testa alle colonne numeriche.

IDROGENO.

1,16		0,85		0,36	
d	*M*	*d*	*M*	*d*	*M*
42	968	35	553	40,5	513
45	1075	38,5	576	54,5	573
51,5	1288	52,5	731	68	613
67,5	1762	68,5	1054	90,5	665
74,5	2554	84,5	1419	95,5	680

Le tre curve presentano lo stesso aspetto generale di quelle relative all'aria; cioè si seguono dal basso all'alto in ordine delle pressioni crescenti, e tutte salgono da sinistra verso destra. In altri termini, l'influenza della pressione e quella dell'intensità del campo magnetico sulla posizione occupata dall'anodo virtuale si manifestano anche per l'idrogeno nel senso previsto.

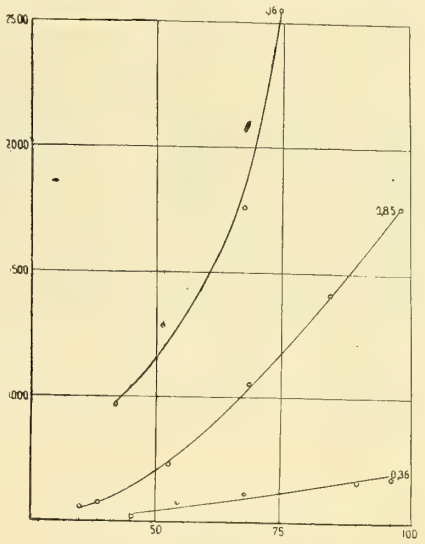


Fig. 15.

Lo stesso può dirsi, come si vedrà fra poco, per gli altri gas.

Dopo avere ripetutamente constatato, che col ripetere le serie di misure ottenevo per ogni data pressione delle curve, che si sovrapponevano sensibilmente, anche se invece d'adoperare l'idrogeno il più puro impiegavo l'idrogeno quale si trova in commercio, sono passato ad altri gas. Soltanto dopo mettrò a confronto fra loro le curve ottenute per ciascuno di essi.

Quando ho introdotto l'anidride carbonica nel tubo da scariche, ho subito potuto constatare la necessità di operare a rarefazioni un pò più spinte che nel caso dell'aria. Entro il tubo la luce della scarica è ovunque di colore bianco-azzurro; ma la colonna positiva nel ramo contenente il vero anodo e la colonna secondaria appaiono un pò verdastre, in parte forse per contrasto colla luce azzurro-violacea del fascio catodico.

La seguente tabella numerica dà i risultati di tre serie misure, con cui si potrebbero costruire curve simili a quelle delle figure 13 e 15.

Anidride Carbonica.

0,30		0,24		0,19	
d	*M*	*d*	*M*	*d*	*M*
49	1048	45	1009	51	857
61	1154	60	1061	64,5	943
69	1243	63	1101	68	969
75	1300	73	1193	77	1035
		78,5	1233	87	1101
				98	1180

La scarica nell'ossigeno apparve sempre d'un colore roseo traente al color terracotta nella colonna positiva, mentre il pennacchio luminoso partente dal catodo presenta un colore bianco verdastro. La colonna secondaria non è sempre qui dell'identico colore della colonna positiva, ma trae leggermente al verdastro, e quindi ha una tinta intermedia fra quella della luce negativa e quella della positiva. L'intensità della luce è poi in ogni regione del tubo assai minore che cogli altri gas. Anzi ho trovato opportuno il fare successive chiusure e interruzioni della corrente circolante nell'elettrocalamita esploratrice, per meglio giungere a distinguere lo sdoppiamento da essa prodotto nella colonna secondaria. Riproduco quì due serie di misure.

Ossigeno.

0,36		0,24	
d	*M*	*d*	*M*
42	720	39	659
59	863	42	679
64	903	54	731
75	975	64,5	771
80	1022	73	824
		85	930

Anche coll' ossigeno non si trovano differenze di risultati fra il gas puro e quello commerciale.

L' ossido di carbonio dà risultati che hanno uno speciale interesse. Fu preparato dall' acido ossalico eliminando l' aria per spostamento. La luce della scarica ha all' incirca gli stessi colori, che essa presenta nell' anidride carbonica; ma a parità di condizioni la luce stessa è molto più intensa che coi gas precedenti, ciò che conferisce all' esattezza delle determinazioni. Le tre serie di misure della seguente tabella, sono state scelte fra le molte eseguite con questo gas.

Ossido di carbonio.

0,36		0,30		0,24	
d	*M*	*d*	*M*	*d*	*M*
49	969	46	903	50,5	811
64,5	1009	57	956	63,5	890
73	1062	68	1009	72	943
86	1154	78,5	1075	87	995
94	1233	103	1250	99	1059

Infine ho sperimentato coll' azoto. Non solo anche con questo gas si ottiene il fenomeno dell' anodo virtuale, ma l' esperienza riesce particolarmente brillante pel fatto, che la luce della scarica è assai intensa, quanto forse quella della scarica nell' ossido di carbonio, come pure in virtù della circostanza che come, e più anzi, che coll' aria, risalta la differenza di colore fra la luce positiva (rossa) e quella catodica (azzurro-violetta).

Ecco tre fra le varie serie di misure eseguite a diverse pressioni.

Azoto.

0,36		0,24		0,20	
d	*M*	*d*	*M*	*d*	*M*
37	781	49	863	80,5	903
48	857	63	935	90	943
63	969	83	1075	100	969
74	1128	101	1201	116	1009
89	1300				

§ 3 — Confronto fra i risultati ottenuti coi vari gas.

Come asserii altrove, il fatto che i vari gas sostituiti all'aria diano risultati diversi, non solo non costituisce un'obbiezione all'ipotesi delle coppie ruotanti, ma ne porge una conferma. Siccome l'anodo virtuale è dovuto ad un periodico trasporto di ioni positivi, che si muovono insieme agli elettroni partenti dal catodo, al mutare del gas varierà sopratutto la massa trasportata, senza una variazione delle cariche e quindi delle forze messe in giuoco; di guisa che nel detto trasporto le velocità varieranno in senso inverso della massa trasportata, e quindi del peso molecolare del gas.

Infatti, la velocità posseduta in media dai ioni positivi mentre si muovono per andare a formare l'anodo virtuale, è sopratutto ricavata dalla energia cinetica antecedentemente posseduta da essi e dagli elettroni ai quali si uniscono per formare le coppie neutre, e la variata massa dei ioni, quando si passa dal caso di un gas a quello d'un gas differente, avrà per conseguenza una variazione in senso inverso di detta velocità. Ciò vale anche se non si vuole addottare l'ipotesi delle coppie o doppietti. Ma, stando a questa, interviene inoltre la forza magnetica del campo sugli elettroni delle coppie, i quali, in virtù del loro moto orbitale, costituiscono altrettante correnti chiuse. Tale forza non dipende naturalmente dalla massa del ione, ma potrà variare a seconda del gas, in quanto ad essere differenti la grandezza dell'orbita dell'elettrone e la velocità con cui questo la percorre. Non si hanno dati attendibili per potere valutare l'entità della forza magnetica, che spinge le coppie nel senso in cui il campo decresce d'intensità. Ma sembra lecito supporre, che queste variazioni nell'intensità di detta forza siano relativamente piccole e che rimanga preponderante l'effetto dovuto alla diversità di massa dei ioni positivi.

In base a simili considerazioni dovevo aspettarmi dunque di trovare, nelle esperienze fatte coll'idrogeno, dei valori di d assai più grandi, a parità delle condizioni sperimentali, di quelli trovati coll'aria. Tale aspettativa apparve soddisfatta sino dalle prime esperienze, ed in modo marcatissimo. Le esperienze coll'anidride carbonica, eseguite subito dopo, riescirono esse pure quali si erano previste, giacchè si ottennero valori di d minori di quelli relativi all'aria; ed il comportamento degli altri gas studiati fu sempre tale nel suo complesso, da dar ragione alle previsioni.

Per facilitare i confronti fra i vari gas ho riportato in un unico diagramma (fig. 16) le loro curve caratteristiche relative, per ciascuno di essi, a due diverse pressioni.

Per l'idrogeno sono riportate dalla fig. 15 le due curve relative alle pressioni 0,36 e 0,85 mm.; per gli altri gas si è costruita, per mezzo delle tabelle numeriche riportate più sopra, la curva corrispondente alla pressione 0,24 mm. nonchè quella relativa alla pressione di 0,30 oppure di 0,36 mm..

Mettendo a confronto le curve ottenute ad una medesima pressione, per esempio 0,24 mm., si rileva subito, almeno sinchè si tratta di gas aventi densità notevolmente

differenti, la conferma del fatto teoricamente previsto, e cioè che i ioni positivi vanno a fermarsi tanto più lungi dal catodo, quanto minore è la loro massa.

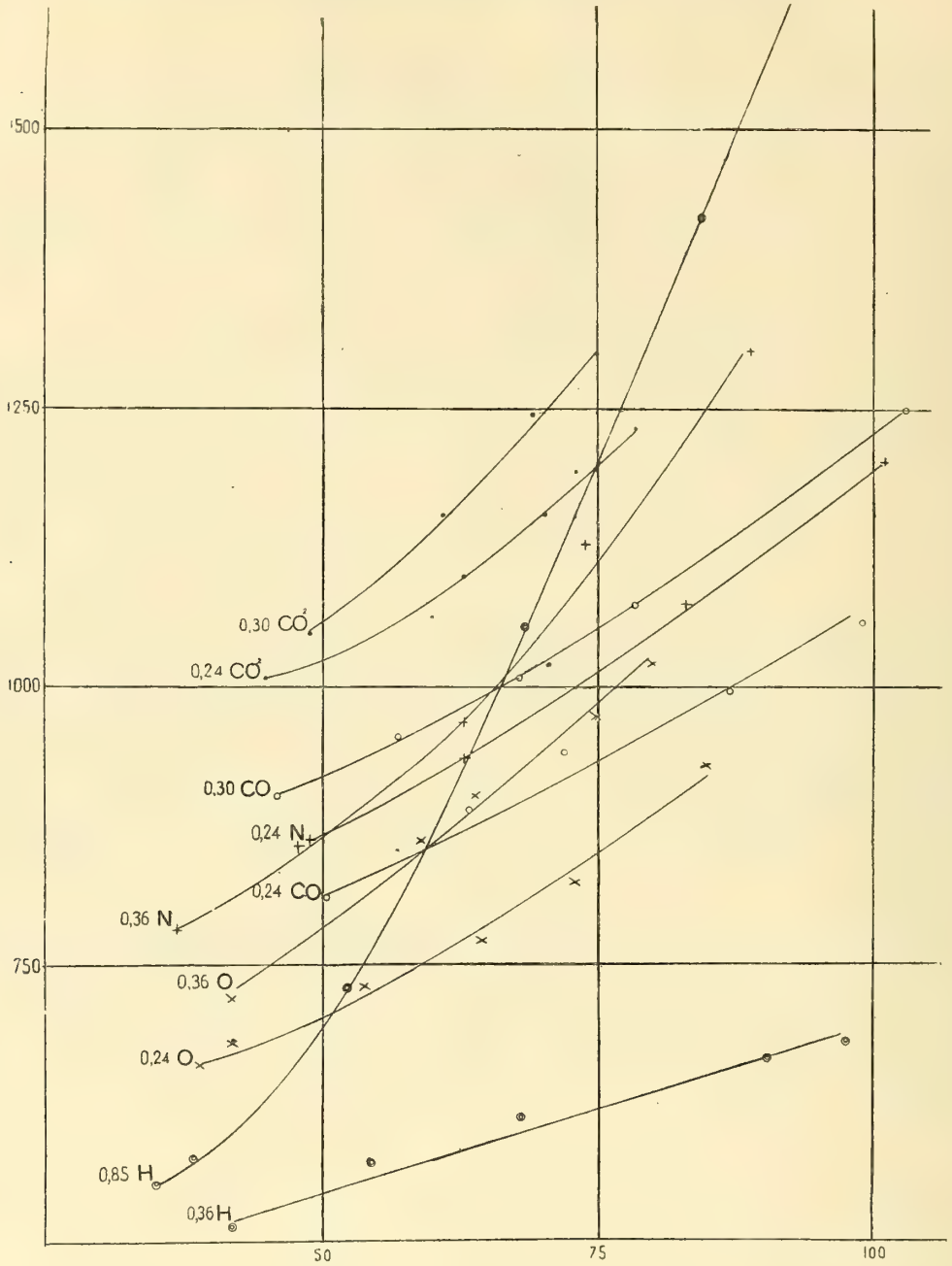


Fig. 16.

Così la curva dell'idrogeno per la pressione 0,24, che non è disegnata nel diagramma, ma che indubbiamente giacerebbe al disotto di quella relativa alla pressione di 0,36 mm. sta certo notevolmente al disotto di quelle relative a tutti gli altri gas presi pure alla pressione di 0,24. Cioè bastano campi magnetici relativamente deboli, perchè i ioni positivi d'idrogeno abbiano un lungo percorso.

La curva relativa al più denso dei gas studiati, l'anidride carbonica (peso molecolare 44) si trova al disopra di tutte le altre; quelle relative all'azoto, all'ossigeno e all'ossido di carbonio (pesi molecolari rispettivi: 28, 32, 28) occupano posizioni intermedie, come appare dal diagramma. Benchè quelle di CO e di N non coincidano esattamente l'una coll'altra, e benchè quella dell'O sia al disotto e non al disopra di esse, è indubitato che nel loro complesso i risultati ottenuti sono favorevoli alla previsione teorica più di quanto fosse lecito sperare.

D'altronde gli scarti relativi ai tre ultimi gas potevano essi stessi, se non prevedersi, almeno considerarsi a priori come possibili. Infatti, pur rimanendo d'importanza predominante l'influenza della massa dei ioni sulla velocità con cui questi vengono poi trasportati lungo il tubo di scarica per andare a costituire l'anodo virtuale, altre differenze fra un gas e l'altro possono manifestarsi, come si è spiegato nel § precedente.

Si comprende ora chiaramente la ragione della difficoltà che si presenta, allorchè si tenta d'ottenere l'esperienza dell'anodo virtuale con sostanze gassose d'elevate densità, come il vapore d'etere (peso mol. 74) o quello di cloroformio (peso mol. 119).

Nel diagramma della fig. 16 non ho riportata le curve dell'aria, che avrei potuto copiare da quelle del diagramma fig. 13; ma trattandosi d'un miscuglio gassoso esse non potevano riescire interessanti nel confronto con quelle dei gas puri.

§ 4. — **Fenomeni presentati dai miscugli gassosi.**

Dopo avere stabilite le curve caratteristiche per i gas puri, mi parve necessario intraprendere delle analoghe misure su miscugli gassosi, anche per verificare se meritava fede l'asserzione d'una influenza grandissima sui fenomeni prodotta dall'eventuale presenza di traccie di azoto. Però, prima ancora di procedere alle nuove misure, m'accorsi di un fatto assai curioso, che tuttavia non mi riesciva nuovo. Infatti, sino dall'epoca delle prime mie esperienze sull'anodo virtuale nell'aria ebbi a notare, particolarmente alle rarefazioni maggiori, il fenomeno seguente.

Prestando attenzione alla lunghezza complessiva della colonna luminosa, che il campo magnetico fa apparire nel lungo tubo (e cioè fascio azzurro di raggi catodici e magnetici e colonna secondaria) e facendo lentamente crescere l'intensità del campo si può constatare, che detta lunghezza cresce sino ad un massimo, poi diminuisce sino ad un minimo, dopo di che torna ad aumentare sino ad un secondo massimo, per diminuire infine nuovamente.

Un fenomeno analogo ho avuto occasione di osservare nuovamente facendo le determinazioni di d e di M con miscugli gassosi.

Per dare una idea più completa di quel curioso comportamento della colonna luminosa, riferisco il risultato di una serie di misure della lunghezza l della colonna luminosa, e del relativo valore M del campo magnetico.

Il tubo delle fig. 1 e 2 conteneva un miscuglio di 3 parti di azoto e 1 di ossigeno, alla pressione di 0,072 mm. Senza campo magnetico la colonna di luce misurava circa

70 centimetri (dal catodo alla sua estremità); aumentando lentamente il campo a partire da zero la colonna cresceva di lunghezza, divenendo lunga 80 cent. con 85 gauss di campo. Aumentando questo ulteriormente la colonna si raccorciò sino ad un minimo di 50 centimetri, e così di seguito, come mostra la tabella seguente.

l	70	80	50	88	83	154
M	0	85	452	626	731	1101

Naturalmente le misure di l non sono molto precise in causa del fatto, che la colonna secondaria termina a sfumatura; ma basta una valutazione grossolana per rendere evidentissimo il fenomeno. Coi numeri della precedente tabella, portando in un diagramma come ascisse le lunghezze l e come ordinate i valori relativi del campo, si ottengono i punti segnati O, A, B, C, D, E della fig. 17, che, congiunti con segmenti rettilinei, danno una spezzata. Questa mostra a colpo d' occhio l' andamento del fenomeno. Se invece di determinare i valori di l e di M soltanto allorchè l è massima o minima, si fossero fatte numerose analoghe determinazioni intermedie, invece della spezzata $OABCDE$ si sarebbe ottenuta una curva continua presentante in A, B, C, D le sue tangenti dirette verticalmente. Ma naturalmente, interessando solo il mettere in evidenza il fatto dell' esistenza di massimi e di minimi successivi della lunghezza l, la spezzata serve allo scopo, con risparmio di un lavoro lungo e mal sicuro.

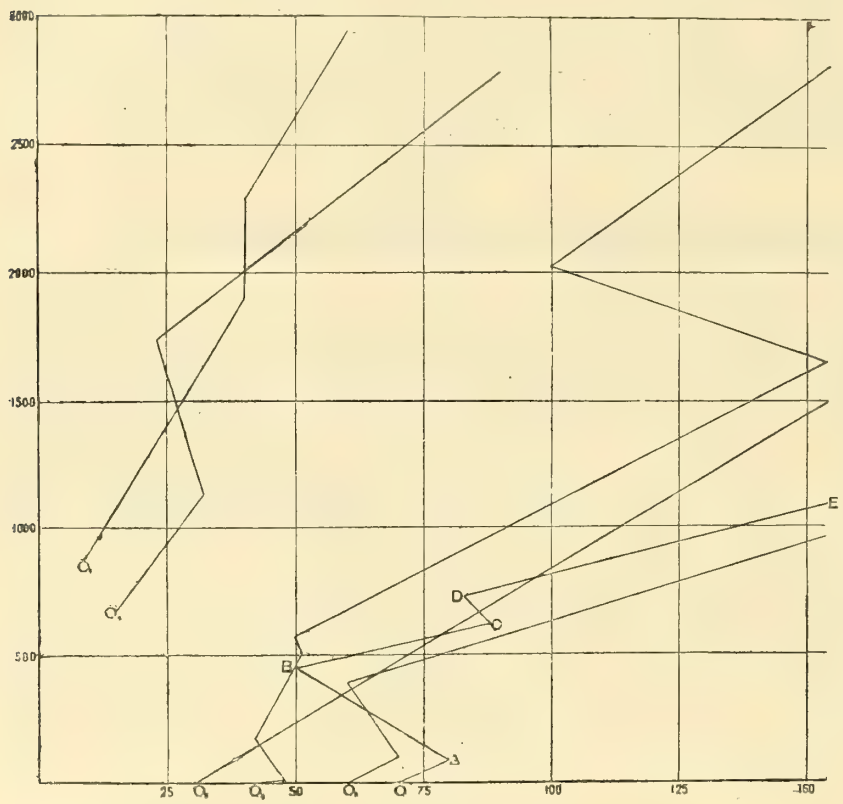


Fig. 17.

Ho ottenuto risultati simili mutando in mille modi sia la natura e le proporzioni dei gas mescolati, sia la pressione del miscuglio. Le spezzate, analoghe alla $OABCDE$ riportate nel diagramma, riassumono qualcuna delle serie di osservazioni da me fatte in proposito.

Così, la spezzata che parte da O_1 corrisponde al caso del precedente miscuglio gassoso, ma a pressione di 1,19 mm. E dal confronto di questa colla spezzata partente da O si ricava ciò, che ho sempre verificato anche per altri miscugli, vale a dire, che il numero dei successivi massimi e minimi diventa minore alle pressioni più elevate, e che in pari tempo la differenza fra le lunghezze massime e minime si fa meno pronunciata.

Le spezzate O_2 ed O_3 mostrano l'andamento del fenomeno nel caso di pressioni rispettivamente 0,17 mm. e di 0,40 mm. di un miscuglio di 3 parti di azoto e 8 di idrogeno. Qui pure l'influenza della pressione si manifesta nel modo indicato or ora. Analogamente, con azoto contenente una traccia di idrogeno, mentre la pressione del miscuglio era di 0,10 mm., ebbi la spezzata O_4, cioè la produzione di un massimo e di un minimo della lunghezza l. Un momento prima, allorchè il miscuglio era ad una pressione un poco maggiore, e precisamente di 0,17 mm., non si era osservato nessun massimo, cosichè la spezzata rappresentativa di quel caso è sensibilmente la retta partente da O_5, che congiunge il punto relativo ad $M = 0$ col punto cui corrisponde la lunghezza dell'intero tubo, certo poco inferiore al valor massimo di l.

L'ipotesi ammessa suggerisce una semplice spiegazione di questi fatti.

Per un gas semplice al crescere del campo cresce la lunghezza l sino ad un massimo, per poi diminuire di nuovo; e ciò è conseguenza del fatto che fu altra volta da me dimostrato, quello dello scomparire dei fenomeni considerati come manifestazione dei raggi magnetici, allorchè l'intensità del campo viene aumentata al di là di un certo valore. Colle usuali dimensioni dei tubi e colle consuete rarefazioni e intensità di corrente spesso accade, che quel valore del campo, pel quale i raggi magnetici sono al loro massimo di sviluppo, non si possa raggiungere.

Ma il detto valore è, a parità di condizioni, differente pei diversi gas. Di qui la spiegazione cercata. Suppongasi che il tubo contenga due specie di molecole gassose, per esempio ossigeno e azoto, come nel caso dell'aria secca. È verosimile, che alla formazione dei doppietti contribuiscano le molecole dei due gas fra differenti limiti d'intensità del campo; di modo che dapprima l'anodo virtuale è in prevalenza costituito da ioni d'una delle due specie gassose. Facendo crescere gradualmente l'intensità del campo magnetico la colonna luminosa si allungherà sino ad un massimo per poi diminuire; ma intanto entrano in giuoco di più in più numerosi i ioni forniti dalle molecole del secondo gas, e con essi si ripeterà lo stesso fenomeno, e cioè si realizzerà un aumento della lunghezza di tubo illuminata sino ad un secondo massimo.

In qualche caso potei osservare tre massimi successivi, ciò che fa supporre la presenza di tre specie di ioni. Forse un solo gas può fornire più d'una specie di ioni, non foss'altro qualora, oltre a molecole intere private d'un elettrone, potessero esistere altresì semplici atomi essi pure con un elettrone di meno; ipotesi questa da non respingersi a priori.

Questa spiegazione è tutt'altro che dimostrata; conveniva però ugualmente presentarla a titolo di suggestione per nuove ricerche.

§ 5. — **L'anodo virtuale nei miscugli gassosi.**

Ho studiato sopratutto il miscuglio d'idrogeno e azoto, e riporto senz'altro nella seguente tabella i risultati di tre fra le molte serie di misure effettuate, e cioè i valori della distanza d dell'anodo virtuale dal catodo, e i corrispondenti valori M del campo magnetico. In testa ad ogni doppia colonna della tabella è indicata la pressione del gas, sensibilmente eguale per le tre serie di misure, ed il rapporto r fra il volume dell'idrogeno e quello dell'azoto.

Idrogeno ed azoto.

A 0,165 $r = 56$		**B** 0,160 $r = 2,5$		**C** 0,164 $r = 0,36$	
d	M	d	M	d	M
46,5	636	48,5	1101	44	
					1366
74	705	55		51	
			1167		
92	771	90		45	
					1432
103	797	81		58	
			1233		
116,5	837	106		43	
					1630
128	877	86		68	
			1300		
		116		76	1802
		93			
			1366		
		120			
		96			
			1498		
		125			
		102			
			1630		
		135			

Con questi dati si sono costruite le curve della fig. 18, dal cui esame si ricava quanto segue.

La curva segnata *A*, relativa ad un miscuglio contenente neppure il 2 per cento d'azoto, poco differisce da quella che si potrebbe tracciare per l'idrogeno puro. Infatti alcune determinazioni espressamente fatte con questo gas a pressione un po' maggiore di 0,165 (essendo coll'idrogeno difficilissime le misure di *d* alle basse pressioni) hanno dati i punti, rappresentati nella figura da piccole croci, e queste veggonsi molto vicine alla curva *A*.

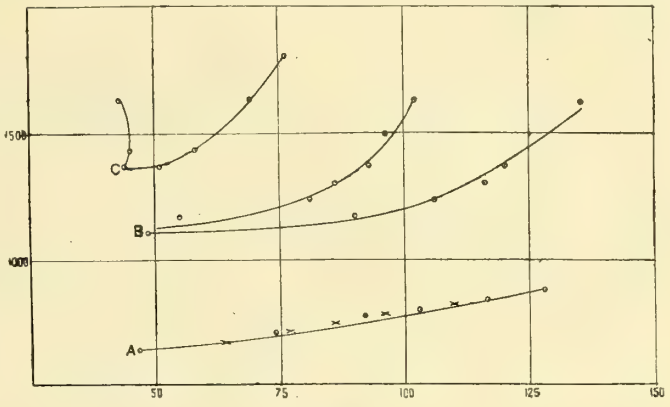


Fig. 18.

La presenza nel tubo contenente idrogeno di quasi il 2 per cento d'azoto, non modifica dunque il comportamento di quel gas; con che mal si comprenderebbe che scarse traccie d'azoto modificassero radicalmente il fenomeno nell'idrogeno, come invece suppone il sig. More.

Aumentando le proporzioni dell'azoto si ottengono delle curve, le quali, pur occupando nel diagramma una regione posta più in alto della curva relativa all'idrogeno, non sembrano distribuirsi sempre a norma della densità del miscuglio. Le due curve segnate *B* e *C*, costruite coi dati contenuti nelle colonne 3ª, 4ª, 5ª e 6ª della precedente tabella, mostrano particolarità degne di attenzione. Nel caso della *B* la proporzione fra i due gas era di 40 di azoto per 100 d'idrogeno. Per ogni valore del campo, allorchè si faceva scorrere lungo il tubo l'elettrocalamita esploratrice, si manifestavano in due diversi luoghi quelle deformazioni della colonna secondaria, che indicano l'esistenza d'un anodo virtuale sulla linea polare dell'elettrocalamita stessa. Per ciò non è possibile tracciare sul diagramma una curva continua unica passante in prossimità dei punti dati dalla esperienza, ed occorre tracciare una doppia curva, come appunto la curva *B* della fig. 18.

Un analogo risultato offre la curva *C* relativa al miscuglio di 36 parti di idrogeno contro 100 d'azoto. Ma in questa curva si nota un'altra particolarità, quella cioè che uno dei rami della curva doppia piega verso sinistra; ciò che è un esempio del noto fatto, che *d* può diminuire quando *M* cresce al di là di un certo valore.

La teoria suggerisce facilmente una spiegazione dello sdoppiamento delle curve, la quale in fondo è quella stessa messa avanti onde rendere conto del fenomeno descritto nel § precedente. Infatti, per comprendere quello sdoppiamento basta imaginare, che si formino doppietti di due specie, vale a dire alcuni aventi il ione positivo d'idrogeno e altri uno di azoto. Tali doppietti, possedendo differenti masse, avranno in media velocità pure diverse, e andranno perciò a formare due anodi virtuali separati.

Era interessante lo studio di miscugli fra due gas di ugual densità come appunto l'azoto e l'ossido di carbonio. Il risultato da aspettarsi era un comportamento poco

variabile colle proporzioni dei due gas. Ed è ciò che si è appunto osservato, come appare dalle quattro serie di misure raccolte nella tabella seguente. Per tutte la pressione fu di 0,24 mm. Con r è indicato il rapporto fra il volume di CO e quello di N nel miscuglio, che nelle quattro serie varia da 1 di CO per 9 di N, sino a 41 di CO per 6 di N.

Ossido di carbonio ed azoto.

$r = 0{,}11$		$r = 0{,}354$		$r = 2$		$r = 6{,}83$	
d	M	d	M	d	M	d	M
45	1101	47	1075	45	1075	47	1088
53	1180	54	1167	52	1114	57,5	1180
61	1300	62	1260	56	1167	63,5	1260
66	1366	72	1313	60,5	1296	68	1287
76	1450	78	1366	65,5	1313	72	1313
				72	1406		

Con questi risultati numerici si sono segnati i punti, che vedonsi nel diagramma della fig. 19. Per distinguere i punti delle quattro serie, ho rappresentato quelli della prima con piccole croci a rami obbliqui, quelli della seconda con piccolissimi cerchi, quelli della terza con cerchi aventi un punto nel centro, e finalmente quelli della quarta serie con crociette le cui braccia sono una verticale e l'altra orizzontale.

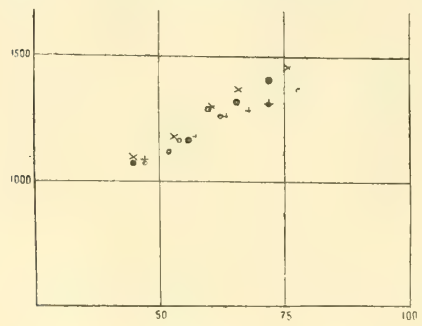


Fig. 19.

Si vede a colpo d'occhio, che un'unica linea continua può essere tracciata nella vicinanza di tutti quei punti, senza badare se appartengono a serie differenti cioè a differenti miscugli. Se si tracciasse la curva passante in vicinanza dei punti di una determinata serie, si riconoscerebbe che qualche punto d'altra serie capita anche più vicino alla curva tracciata. Dunque, come si era previsto, la differenza fra il comportamento di due gas d'ugual peso molecolare è sempre assai piccola.

Alcune esperienze ho fatto infine con altri miscugli gassosi, e segnatamente con quello di due gas di densità differentissime, idrogeno e anidride carbonica. Senza ripro-

durre dei numeri dirò, che in linea generale la curva caratteristica ottenuta per una determinata pressione va a collocarsi sul diagramma fra quella relativa allo idrogeno e quella relativa all'anidride, senza però che si verifichi una semplice relazione fra la posizione occupata sul diagramma dalle varie curve e il rapporto fra le quantità dei due gas contenute nel miscuglio.

Conclusioni generali.

Le esperienze, di cui ho fatto la narrazione nella Seconda Parte della presente Memoria, riuscite tutte quali l'ipotesi dei doppietti elettrone-ione positivo le faceva prevedere, costituiscono una non trascurabile conferma in favore dell'ipotesi stessa. Naturalmente il trovar confermata un'ipotesi non esclude che nuovi fatti possano contrastarla, in quanto che le conferme non sempre equivalgono a dimostrazioni complete ; ma contribuiscono ad accrescere fiducia nell'ipotesi stessa.

Che nell'esperienza dell'anodo virtuale abbia luogo un trasporto di ioni positivi, che in un modo o in un altro a tale trasporto prendano parte gli elettroni partenti dal catodo, e che infine necessiti la presenza del campo magnetico opportunamente diretto, le esperienze della Prima Parte mi sembrano mettere fuori d'ogni dubbio. Ciò ammesso, l'ipotesi della formazione delle coppie neutre, o doppietti, o stelle doppie, che dir si vogliano, parmi sia il più semplice e logico modo di interpretare i fatti constatati.

Ma nel giudicare l'ipotesi stessa non va dimenticato, che quì non si è trattato che di una delle molte esperienze su cui essa si appoggia. Molti pensano ancora, che nessuna speciale ipotesi occorra per spiegare i fenomeni presentati dalla luce catodica sotto l'influenza del campo magnetico; ma essi non spiegano soddisfacentemente *tutti* i fenomeni Di alcuni di questi non parlano affatto, come per esempio dei due, di cui si è fatto cenno nell'introduzione, e dell'altro, che fu oggetto per parte mia di numerose esperienze (1), consistente nel fatto, che una scarica a scintilla può assumere i caratteri di fascio di raggi magnetici sotto l'azione del campo.

Altri fisici riconoscono l'insufficienza del concetto fin quì seguito, cioè di ammettere che l'effetto del campo consista unicamente nel dare nuove forme alle traiettorie degli elettroni; ma poi non avanzano nessuna nuova spiegazione.

Soltanto i Sig.ri More e Machlay (2) hanno proposto una nuova teoria, che però non può essere accettata, in quanto che parte dal presupposto erroneo, che sotto l'azione del campo magnetico diminuisca il salto di potenziale catodico, mentre accade precisamente l'opposto, quando il fenomeno dell'anodo virtuale si produce. D'altronde, a norma di quanto ho esposto nella Parte Prima mi pare certo, che in molte delle loro esperienze quei fisici hanno confuso la colonna secondaria dovuta all'anodo virtuale, colla colonna

(1) Mem. della R. Acc. di Bologna, 22 nov. 1911. — *Le Radium*, Janvier 1912, — Phys. Zeitschr. 1912, s. 65.

(2) l. c.

luminosa, del resto di aspetto poco differente, che riempie il tubo, quando nel circuito v'è un piccolo intervallo a scintilla, o quando si verificano certe altre circostanze da me indicate. Basterebbe a dimostrarlo il fatto dell'avere essi asserita la produzione dell'anodo virtuale anche con tubi del tipo di quello della fig. 7.

Tuttavia le esperienze del Sig. More e dei suoi collaboratori hanno portato un contributo alla conoscenza dei fenomeni. In ispecial modo quelle fatte col catodo di Wehnelt possono, come quelle analoghe e alquanto anteriori del Berti (1), essere materia di studi ulteriori e di discussioni. Debbo poi a quei fisici il movente e l'occasione delle ricerche riferite nel presente lavoro, il risultato delle quali, favorevole com'è alle mie vedute, mi è riuscito naturalmente assai confortante e gradito.

---

(1) l. c.

SULLA CONSERVAZIONE

DELLE

OPERE CEMENTIZIE IN PRESENZA DEGLI OLÎ E DEI CORPI GRASSI IN GENERE

NOTA II.

DEL

PROF. SILVIO CANEVAZZI

letta nella 4ª Sessione 11 Gennaio 1914

Nel 1912 ho presentato all'Accademia una nota sull'azione dell'olio in contatto di strutture cementizie in genere con speciale riguardo alle vasche per la conservazione degli olî, alle fosse per la pulizia delle locomotive, ai piedistalli di macchine e simili. In essa era dimostrato che gli olî ed i grassi in presenza della calce libera contenuta nel cemento, sia che provenga dalla fabbricazione o perchè liberata al momento della presa, danno luogo a saponificazioni con effetti più o meno dannosi a seconda delle circostanze. La saponificazione è contrariata da una buona esecuzione della miscela, fatta sufficientemente ricca e bene addensata in guisa da riescire piena, senza vani e difficilmente penetrabile per imbibimento od assorbimento, e da una lunga stagionatura, che abbia permesso alla calce libera o liberata al momento della presa, di prendere stabile assetto.

I campioni assoggettati ad esperienza erano stati eseguiti con miscela normale (uno di cemento e tre di sabbia normale del Reno di Bologna, addizionata o no di pozzolana) seguendo i metodi normali in uso nei laboratorî sperimentali di prova, cioè miscela secca fatta coll'uso della bacinella rotativa Steinbruck e compressi col maglio normale in guisa da ritenere che l'olio, nel quale sarebbero stati immersi dopo lunga stagionatura, difficilmente avrebbe potuto penetrare nella massa. I campioni del tipo N. 1 contenevano oltre al cemento, soltanto sabbia normale del Reno, in quelli del tipo N. 4 la sabbia era stata sostituita da una miscela di $^{9}/_{10}$ di sabbia normale ed $^{1}/_{10}$ di pozzolana finamente polverizzata (macinata). Finalmente nei campioni del tipo N. 5 la sabbia era stata sostituita da una miscela di $^{8}/_{10}$ di sabbia normale e di $^{2}/_{10}$ di pozzolana, quest'ultima pure finamente polverizzata. Intento della prova era di verificare sperimentalmente se la pozzolana aggiunta, componendosi colla calce libera, riusciva, come sembrava prevedibile, ad impedire la saponificazione. Il risultato corrispose alle previsioni (*): dopo aver lasciato i campioni immersi nell'olio d'uliva durante

(*) Vedi « Sulla conservazione delle opere cementizie in presenza degli olî e dei corpi grassi in genere ». *Atti della R. Accademia delle scienze dell'Istituto di Bologna.* Aprile 1912.

dodici mesi i campioni N. 1 avevano dato abbondante saponificazione, quelli N. 4 una saponificazione meno abbondante e finalmente nella vasca contenente i campioni N. 5 non vi erano che tracce insignificanti di materia saponosa.

L'esame del risultato dell'esperienza fatta avvenne il 2 marzo 1912. Nei giorni successivi i campioni furono accuratamente puliti da ogni deposito e lavati con acqua di soda e l'olio venne filtrato all'intento di togliere dal medesimo ogni traccia di sapone calcare. Vennero poscia riempite sei pentole, tre con olio puro e tre con olio d'ulivo rancido, ed il 4 aprile 1912 quattro campioni di ciascun tipo, due con forma ad otto per prove a trazione e due cubici col lato di c. m. 7 per prove a compressione, furono immersi in due pentole, una contenente olio puro e l'altra olio rancido, ed il tutto fu depositato e chiuso in apposito armadio.

Il 29 dicembre 1913 riprese le pentole ed esaminati i campioni si riscontrò quanto segue :

1° L'olio nelle sei pentole aveva apparenza chiara e solo si vedeva intorno ai campioni una specie di lanugine saponosa.

2° Estratti i campioni dalle pentole, questi apparvero avvolti in uno strato sottile di materia saponosa, leggerissimo e facile a togliersi nei campioni immersi nell'olio puro, più denso e con pellicole aderenti ed asportabili solo grattando la superficie con spatola metallica, in quelli immersi nell'olio rancido.

3° La quantità di materia saponosa involgente i campioni non presentava differenze praticamente sensibili fra i campioni dei tre numeri considerati 1-4-5. In quelli però contenente pozzolana, a stretto rigore, la velatura saponosa appariva alquanto più leggiera. Risultato notevole questo perchè completamente diverso da quanto venne riscontrato nel 1912 dopo il primo anno di immersione.

Sottoposti i campioni a prove di resistenza si ottennero i risultati seguenti :

a) Campioni conservati immersi nell'olio di ulivo puro dal 4 aprile 1912 al 29 dicembre 1913.

(media di due prove)

	Sforzo di trazione per c. m. q.	Sforzo di compressione per c. m. q.
N. 1	46,2	437,5
N. 4	59,4	422,0
N. 5	50,0	404,5

b) Campioni conservati immersi nell'olio d'ulivo rancido dal 4 aprile 1912 al 29 dicembre 1913.

(media di due prove)

	Sforzo di trazione per c. m. q.	Sforzo di sompressione per c. m. q.
N. 1	53,8	445,5
N. 4	58,9	413,0
N. 5	51,3	351,0

I campioni analoghi conservati nell'acqua invece che sott'olio hanno dato nello stesso giorno i seguenti risultati :

	Sforzo di trazione per c. m. q.	Sforzo di compressione per c. m. q.
N. 1	47,5	432,0
N. 4	51,9	432,5
N. 5	47,0	420,0

Dall'esame di questi risultati appare evidente che l'olio non ha alterato in modo apprezzabile la resistenza degli impasti, ciò che lascia supporre che esso non sia penetrato affatto nella massa come effettivamente era stato preveduto. Esaminando infatti i frantumi ottenuti colla rottura dei campioni è risultato che la penetrazione dell'olio è stata minima, lo strato superficiale a colorazione più intensa non superava in nessun caso la grossezza di circa un millimetro.

Prendendo in esame complessivamente i risultati delle esperienze descritte nella nota sopra citata ed in questa si possono legittimamente dedurre le conseguenze seguenti :

a) Gli oli ed i corpi grassi, posti in contatto con impasti cementizî, danno luogo ad importanti prodotti di saponificazione.

b) Un impasto cementizio fatto con proporzioni corrispondenti alle normali, ben stagionato ed eseguito con cure comparabili a quelle che si usano nei laboratorî sperimentali di prova, da bensì luogo a fenomeni di saponificazione, ma questi tendono a diminuire col tempo e può ritenersi che dopo un anno cessino di avere importanza pratica sensibile.

c) Un impasto cementizio eseguito nelle condizioni indicate in *b*) posto in contatto con olio non da luogo a fenomeni sensibili di penetrazione, questa rimane limitata ad uno strato superficiale dello spessore di circa un millimetro. Conseguentemente la resistenza dell'impasto non è sensibilmente alterata e può ritenersi che i fenomeni di saponificazione debbano cessare per saturazione avvenuta dello strato superficiale penetrato (1).

d) L'aggiunta alla miscela cementizia di pozzolana finamente polverizzata (macinata) nella proporzione di circa il 20 % sostituendo questa ad altrettanta sabbia, diminuisce grandemente la proporzione di materia saponosa in contatto dell'olio e la riduce fin da principio ad un leggero strato superficiale insignificante rispetto a molte applicazioni pratiche dell'arte dell'ingegnere.

In un prossimo studio ci proponiamo di esaminare gli stessi fenomeni su campioni formati non più con cure speciali, ma nelle condizioni usuali della pratica esecutiva.

---

(1) Nelle vasche per la conservazione dell'olio rivestite di lastre di vetro, queste spesso si staccano senza che sia notevolmente degradato lo strato di cemento sottostante.

DETERMINAZIONE DI LATITUDINE ASTRONOMICA A MODENA

NOTA

DEL

Prof. FEDERIGO GUARDUCCI

letta nella 3ª Sessione del 14 dicembre 1913.

La nota che ho l' onore di presentare fa seguito ad altre di analogo argomento pubblicate negli Atti di questa R. Accademia (*) e concorre con esse a fornire materiale per lo studio della figura del Geoide terrestre mediante le determinazioni delle deviazioni locali della verticale.

Essa riguarda una determinazione di latitudine astronomica eseguita a Modena e ridotta all' omonimo punto gnectico di 1° ordine (Asse della guglia della Torre Ghirlandina); ed il valore che risulta per questa latitudine, posto a confronto coll' analogo ellissoidico proveniente, attraverso alla triangolazione, dal punto geodetico " *Genova* „ (Osservatorio della R. Marina) assunto per ora come punto di riferimento per tal metodo di indagine, ci determina presso Modena l' andamento della superficie del Geoide rispetto all' Ellissoide di riferimento (Ellissoide medio di Bessel) assunto come forma approssimata della superficie terrestre.

Anche la determinazione in parola riveste, come le altre, carattere speditivo, ed è stata eseguita cogli stessi metodi e collo stesso istrumento in poche ore di una sola nottata; e quantunque contrariata da stagione poco favorevole, ha dato nondimeno un risultato più che sufficiente allo scopo. Le osservazioni e i risultati, calcolati coi metodi esposti già nelle altre citate pubblicazioni, sono riassunti nel seguente quadro.

(*) Cfr. Atti della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna:

determinazioni astronomiche speditive

a Bologna.	1908
» M. Catria e M. Conero	1909
» Fano	1911
» Monteluro.	1912

Determinazione di Latitudine Astronomica a Modena

Num. d'ord.	Data	Stelle osservate	Declinazioni	Letture zenitali (corr. della inclinaz.	Rifrazione	Letture zenitali corrette	Latitudine	Scostam. v.	vv
	1913		° ′ ″	° ′ ″	″	° ′ ″	° ′ ″	″	″
1	5 Giugno	Gr. 2029. . .	71. 41. 08. 7	27. 02. 16. 1	28. 5	27. 02. 44. 6	44. 38. 46. 1	+ 1. 8	3. 24
		τ Bootis . . .	17. 53. 15. 3	26. 45. 24. 3	28. 5	26. 45. 52. 8			
2	»	α Draconis. .	64. 47. 29. 7	20. 08. 53. 3	20 3	20. 09. 13. 6	» » 43. 5	— 0. 8	0. 64
		δ Bootis . . .	25. 30. 04. 5	19. 08. 46 3	20. 2	19. 09. 06. 5			
3	»	24 Ursae min.	66. 16. 40. 7	21. 38. 03. 5	22. 6	21. 38. 26. 1	» » 45. 9	+ 1. 6	2. 56
		τ Bootis . . .	27. 17. 01. 4	17. 21. 58. 3	17. 6	17. 22. 15. 9			
4	»	γ Ursae min.	72. 08. 32. 5	27. 29. 45. 4	29. 1	27. 30. 14. 5	» » 45. 8	+ 1. 5	2. 25
		α Coronae bor.	27. 00. 14. 4	17. 38. 41. 1	18. 1	17. 38. 59. 2			
5	»	ζ Ursae min.	78. 03. 39. 6	33. 24. 41. 8	37. 1	33. 25. 18. 9	» » 42. 3	— 2. 0	4. 00
		σ Serpentis .	15. 56. 29. 0	28 42. 04. 2	30. 7	28. 42. 34. 9			
6	»	γ Herculis. .	19. 21. 12. 2	25. 17. 32. 7	27. 6	25. 18. 00. 3	» » 47. 0	+ 2. 7	7. 29
		[γ Ursae min.]	75. 57. 14. 5	31. 18. 19. 3	33. 7	31. 18. 53 0			
7	»	ζ Draconis. .	65. 49. 06. 6	21. 10. 23. 1	21. 5	21. 10. 44. 6	» » 42. 9	— 1. 4	1. 96
		δ Herculis . .	24. 56. 15. 5	19. 42. 38. 1	20. 3	19. 42. 58. 4			
8	»	ω Draconis .	68. 47. 40. 8	24. 08. 52. 2	25. 0	24. 09. 15. 2	» » 47. 5	+ 3. 2	10. 24
		[γ Ophiuchi].	2. 44. 09. 5	41. 54. 09. 9	50. 1	41. 55. 00. 0			
9	»	36 Draconis .	64. 21. 49. 0	19. 43. 10. 6	20. 0	19. 43. 30. 6	» » 43. 0	— 1. 3	1. 69
		109 Herculis.	21. 43. 33. 1	22. 55. 10. 8	23. 8	22. 55. 34. 6			
10	»	Gr. 2640. . .	65. 24. 23. 3	20. 45. 40. 5	21. 5	20. 46. 02. 0	» » 41. 7	— 2. 6	6. 76
		110 Herculis.	20. 27. 32. 2	24. 11. 05 0	25. 0	24. 11. 30. 0			
11	»	υ Draconis. .	71. 10. 35. 7	26. 31. 49. 0	27. 8	26. 32. 16. 8	» » 42. 7	— 1. 6	2. 56
		ζ Aquilae . .	13. 43. 49. 5	30. 54. 43. 4	33. 6	30. 55. 17. 0			
12	»	Gr. 2900. . .	79. 25. 28. 4	34. 46. 32. 4	39. 0	34. 47. 11. 4	» » 42. 0	— 2. 3	5. 29
		ζ Aquilae . .	10. 23. 53. 3	34. 14. 35. 8	38. 0	34. 15. 13. 8			
13	»	73 Draconis .	74. 39. 96. 2	30. 00. 14. 7	32. 3	30. 00. 47. 0	» » 44. 6	+ 0. 3	0. 09
		α Delphini. .	15. 36. 08. 3	29. 02. 30. 8	31. 0	29. 03. 01. 8			
14	»	24 Valpeculae	24. 23. 58. 1	20. 14 52. 0	20. 2	20. 15. 12. 2	» » 45. 0	+ 0. 7	0. 05
		θ Cephei. . .	62. 41. 48. 2	18. 03. 10. 3	18 1	18. 03. 28. 4			

Media. . . . . M. = 44. 38. 44. 28 [vv] = 48. 62

Error medio della media $\mu = \sqrt{\frac{[vv]}{13 \times 14}} = 0''.52$

Latitudine di Modena al punto di stazione . . . . . = 44. 38. 44. 28

Riduzione al punto geodetico (asse della Torre Ghirlandina) . . . + 3. 45

Latitudine di Modena (punto geodetico) (all' infuori della riduzione al Polo medio). . . . . L. = 44. 38. 47. 73 ± 0″. 52

Il valore 44. 38. 47. 73 che risulta per la latitudine differisce di 2″86 in più dell' analogo valore ellissoidico proveniente da Genova e conferma nella regione dell' Emilia l' andamento del Geoide già rivelato, dalle osservazioni da me eseguite negli altri punti.

Riservandomi di fare una sintesi più completa analizzando anche altre osservazioni che mi propongo di eseguire, posso intanto far constatare sommariamente che, lungo una linea che, partendo da Modena segue approssimativamente la direzione NO-SE fino ad Ancona, la superficie terrestre, intesa come una superficie normale in ogni suo punto alla direzione del filo a piombo, presenta, rispetto all' ellissoide di riferimento, un piccolo rigonfiamento a Modena il quale diviene alquanto maggiore presso Bologna e cresce ancora raggiungendo un massimo a Monteluro (in vicinanza di Cattolica); diminuisce quindi a Fano e torna a crescere a M. Conero (presso Ancona) e verso M. Catria.

Bologna, li 14 Dicembre 1913.

ELEFANTI FOSSILI
NEL R. MUSEO GEOLOGICO DI BOLOGNA

MEMORIA

DEL

PROF. SEN. GIOVANNI CAPELLINI

(letta nella 6ª Sessione dell' 8 Febbraio 1914).

I più antichi resti di elefanti fossili del Museo geologico, che già fecero parte del Museo di Storia naturale dell' Istituto di Bologna, trovansi figurati e descritti nel *Musaeum metallicum* di Ulisse Aldrovandi e furono raccolti nei dintorni di Bologna.

Una porzione di dente molare fu giudicata una mano fossile e descritta col nome di *Chirites*; un dente molare completo fu creduto spettare a un animale marino (1). Oltre questi avanzi del Museo Aldrovandiano, nelle collezioni donate dal generale Marsigli per l' Istituto delle Scienze da lui fondato, trovansi parecchi avanzi di elefanti fossili provenienti dalla Transilvania e dal Badese, dei quali pure sarà reso conto per quanto ne è ancora conservato.

Tutto ciò risale all' inizio del Museo di Storia naturale di Bologna inaugurato il 14 Marzo 1714 e affidato alla direzione del Canonico Lelio Trionfetti.

Quando al principio del secolo passato Giorgio Cuvier fu in Italia per studiare principalmente nel Museo dell' Accademia Valdarnese del Poggio a Figline, ove già si trovava copioso materiale di ossa fossili raccolte in quella regione, fu pure in Bologna ove trovò l' abate Ranzani già da alcuni anni direttore del Museo di Storia naturale. L' abate Ranzani sottopose all' esame del sommo paleontologo quanto fino allora si aveva in Museo in fatto di ossa fossili, e, per ciò che riguarda i resti di elefanti, Cuvier si compiacque di apporvi cartellini di suo pugno, come resulta e si è conservato almeno per uno di essi, per testimonianza dello stesso Prof. Ranzani.

Nella nuova edizione delle *Recherches sur les Ossements fossiles* possiamo dire che, in complesso, sono ricordati gli avanzi più importanti che già si trovavano nel Museo di Bologna nel 1821; di taluni, dei quali il Cuvier non aveva potuto prender nota in occasione della sua visita in Bologna, p. e. del bel dente molare scavato nel peperino di Vitorchiano nel Viterbese, ne veniva in seguito informato per lettera, come

(1) *Musaeum metallicum U. Aldrovandi*, pag. 481, 831. Bononiae 1648.

egli stesso ci fa sapere (1). Dal Prof. Targioni ebbe il Museo di Bologna alquante ossa e porzioni di ossa degli elefanti fossili pure del Valdarno (circa 40 esempl.), insieme a più numerosi e importanti avanzi di Ippopotamo e di altri vertebrati. Da un elenco scrupoloso autografo del Prof. Bianconi, che succedette al Ranzani nel 1842, si potrebbe argomentare che quelle ossa fossero state esibite (sic) nel 1822 ; ma poichè indica per ciascun esemplare il prezzo che fu sborsato, per esibite bisogna intendere vendute. Per le premurose cure del Prof. Alessandrini nel Museo di Anatomia comparata erano parecchie ossa fossili, tra le quali alquante di elefanti del Valdarno e della Val di Chiana, e queste nel 1861 passarono nel Museo di Geologia, già diviso da quello di Zoologia e di Mineralogia.

Opportunamente, di ogni esemplare conservato verrà fatta menzione onde meglio apprezzare quanto si riferisce alla storia dei Resti fossili di elefante dei quali ho creduto conveniente di non più tardare a redigere un catalogo completo, a maggior comodo degli studiosi di Paleomammologia.

Dal 1861 in poi i resti di elefanti fossili del Museo di Bologna, per ragioni diverse, attirarono l' attenzione dei paleontologi che visitarono le nostre collezioni di Storia naturale. Per una prima revisione approfittai della visita di Hugo Falconer che volle esaminare tutto quanto già si aveva nel 1862 ; Paolo Gervais, Gaudry, Depérét pure se ne interessarono, ma più di tutti il Pohlig che trascorse più giorni nel nostro Museo, prendendo note, eseguendo misure e confronti, e facendo una completa revisione critica di tutto il materiale che già allora si possedeva.

Per mezzo del Prof. Karpinski in questi ultimi anni la nostra collezione ha potuto arricchirsi altresì di alcuni importanti avanzi dell' *E. primigenius.* I resti più notevoli degli elefanti fossili del Museo di Bologna si riferiscono però all' Elefante che il Nesti riscontrò predominante tra i fossili Valdarnesi e indicò col nome di *Elephas meridionalis.* E poichè questa specie è indubbiamente la più antica, quella che possiamo considerare direttamente connessa col genere *Loxodon* e questi derivato evidentemente dal genere *Mastodon*, così ho pensato di enumerare anzitutto i resti riferibili al tipo prevalente nel pliocene lacustre Valdarnese.

ELEPHAS MERIDIONALIS Nesti.

Il più antico avanzo di questa specie che si trova nel Museo bolognese, consiste in una porzione del ramo mandibolare sinistro con un bel dente molare assai bene conservato, del quale però restano soltanto nove lamine.

Sull' esemplare è incollato un cartellino manoscritto sul quale si legge :

1. *Elephantis maximi, Linnaei, pars mandibulae inferioris cum dente molari, fossilis, ex Valle Arni Superioris in Etruria.* Un altro cartellino autografo del Professore

(1) Cuvier, Op. cit. Vol. I pag. 81.

Ranzani relativo a questo esemplare aggiunge: *Porzione destra di mandibola inferiore di Elefante del Valdarno? — L' iscrizione è di pugno del Sig. G. Cuvier.*

Che l' esemplare provenga dal Valdarno, per confronti, con altri numerosi esemplari provenienti da quella regione non credo che vi sia da dubitare.

2. Mandibola sinistra con due denti molari, il penultimo abbastanza consumato e l' ultimo che solo in parte aveva cominciato a funzionare; in questo si contano 14 lamine. L' esemplare raccolto nel Valdarno superiore, fu donato dal Prof. Lombardini al Prof. Alessandrini nel 1860 e l' anno seguente insieme a molti altri avanzi di vertebrati fossili esistenti nel Museo di Anatomia comparata, per disposizione ministeriale venne a far parte delle collezioni di Geologia e Paleontologia.

3. Mandibola sinistra con due molari, l' ultimo bellissimo mentre del penultimo vi ha solamente un resto con quattro lamine. — Interessante perchè è conservata porzione della sinfisi e, a tal riguardo, questo esemplare fu preso in considerazione anche da Pohlig (1).

4. Mandibola sinistra, con l' ultimo dente incompleto, mancandovi circa cinque delle lamine posteriori. Anche questo esemplare presenta però qualche interesse anche per avanzo della sinfisi e fu pure preso in considerazione e figurato da Pohlig insieme all' esemplare precedente.

5. Mandibola incompleta di giovane esemplare con denti molari di latte pure incompleti; al destro manca qualche lamina, del sinistro vi ha solamente un resto della parte mediana. L' esemplare è però interessante e fu pure preso in considerazione da Pohlig e da esso figurato, op. cit. pag. 431.

6. Mandibola di adulto abbastanza ben conservata; tanto nel ramo destro quanto nel sinistro sono conservati in posto gli ultimi molari, in piccola parte della corona già consumati. Mancano i resti dei due denti precedenti evidentemente perduti dopo la morte dell' animale, ciò che argomento dalla conservazione delle corrispondenti cavità alveolari. Questo esemplare proviene dalla Val di Chiana e fu acquistato per mezzo del veterinario Luatti.

7. Altra mandibola meno bene conservata della precedente con i due ultimi molari integri e con le rispettive quattordici lamine più o meno vuote. Anteriormente restano pervii gli alveoli degli ultimi avanzi dei penultimi molari come ho già accennato per la mandibola precedente proveniente, come pure questa, dalla Val di Chiana.

---

(1) Hans Pohlig — Dentition u. Kraniologie des Elephas antiquus, Falc. mit beiträgen über E. primigenius, Pol. u. E. meridionalis Nesti. 2. Abschnitt. pag. 429 fig. 131. Halle 1891.

Anche questo esemplare fu procurato al Museo per mezzo del veterinario Luatti ; non ho trovato sicure indicazioni dell' esatto giacimento.

8. Un bel modello di mandibola completa e perfetta, di un grande esemplare, faceva parte dell' antico Museo di Storia naturale ; di esso non mi è riescito di rintracciarne la esatta provenienza ; probabilmente l' originale trovavasi nel Museo di Firenze. L' antico cartellino ne indica semplicemente la provenienza dal Valdarno.

Nel 1825 questo modello già esisteva nel Museo di Bologna e dal Prof. Alessandrini ne fu fatta copiare una metà pel Museo zootecnico (Museo di Anatomia comparata).

9. Una porzione sinfisiaria di una mandibola di ben precisata provenienza perchè vi è affisso un antico cartellino con la indicazione : *fossile del Valdarno* è segnata col n. 4, ma non ho potuto trovarne indicazione in nessuno dei vecchi cataloghi. La calligrafia sembrami molto simile a quella di Gaetano Monti o di G. Cuvier e, in ogni modo, si può ritenere che questo avanzo fossile sia tra i più antichi del Museo di Storia naturale.

10. Due belle porzioni di mascellari superiori, destro e sinistro, di esemplare adulto, con i rispettivi bellissimi ultimi molari in parte logorati, provengono dal Museo zootecnico ed erano registrati nel catalogo autografo del professore Alessandrini coi nn. 6137 per la porzione destra e 6136 per la porzione sinistra.

Questi esemplari che ritengo spettanti allo stesso individuo, furono regalati al Museo nel 1859, dalla signora Maria Paolozzi di Chiusi che accompagnava l' invio del mascellare sinistro con una lettera che il Prof. Alessandrini credette meritevole di essere conservata. Quanto alla giacitura o esatta provenienza del fossile nulla sappiamo, fuorchè essere proveniente dai dintorni di Chiusi.

11. Notevole porzione di palato con due molari spettanti a giovane individuo. Per le dimensioni corrisponde all' esemplare di mandibola n. 6 e fu come essa acquistato dal veterinario Luatti. Proviene dalla Val di Chiana, fra Pozzuolo e Gioiello. In ciascun dente si contano nove lamine.

12. Un frammento dell' osso occipitale con un condilo molto corroso. Provenienza ignota, forse raccolto trasportato da qualche torrente in Valdarno.

Il Museo possiede parecchi avanzi di zanne indubbiamente di elefante, alcuni ridotti a piccoli tronchi più o meno interessanti sotto aspetti diversi, quindi meritevoli di essere notati nel presente catalogo.

13. Una zanna non completa, ma rimarchevole per le sue dimensioni faceva parte della collezione che il Museo acquistò dall' Avv. Cantamessa nel 1890 e fu indicata proveniente dal Valdarno. Dalla estremità anteriore abbastanza ben conservata, fino

alla base, seguendo la curva l' esemplare misura m. 2,60. La base è troncata e lascia supporre che questo dente intero dovesse avere una lunghezza di oltre tre metri.

La circonferenza della base troncata è di m. 0,72.

14. Altra zanna di individuo relativamente assai più giovane, proveniente dalla stessa collezione è pure indicata di provenienza dal Valdarno, di questa però si ha indicazione più esatta perchè dal Cantamessa era notata come scavata nel 1885 *al Tasso*, località ben nota a quanti si interessarono dei mammiferi fossili valdarnesi.

La estremità anteriore è alquanto sciupata e l' esemplare misura una lunghezza di m. 1,54 con una circonferenza della base di m. 0,31.

15. Notevole frammento di zanna proveniente da Montepulciano ha una lunghezza di m. 1,39 con una circonferenza nella estremità posteriore troncata di m. 0,37.

16. Di una interessante porzione di zanna di individuo perfettamente adulto e di dimensioni colossali, disgraziatamente manca la esatta indicazione della provenienza. Probabilmente proviene dal Valdarno se si tiene conto delle condizioni di fossilizzazione dell' esemplare. È rimarchevole per la perfetta conservazione della estremità anteriore dalla quale si ha indizio del modo di logorazione; lungo m. 0,80, nella estremità troncata ha una circonferenza di m. 0,47.

17 - 18. Due frammenti uno lungo appena m. 0,20, e l' altro m. 0,45 sono pure interessanti perchè si riferiscono alla estremità anteriore del dente e ne illustrano la conformazione e il modo di usura.

19. Un bel frammento di zanna proveniente dalle vicinanze della Chiana presso Cortona nel 1856; fu donato al Museo di Zootecnia dal Dott. Fabroni con questa precisa indicazione.

20. Frammento di zanna lungo appena trenta centimetri, proveniente da S. Giovanni in Valdarno faceva parte della collezione Cantamessa.

21 - 22 - 23 - 24 - 25 - 26 - 27. Frammenti di zanne di m. 0,25 a m. 0,40 di lunghezza tutti provenienti dal Valdarno. Alcuni frammenti sono interessanti per le dimensioni che doveva avere il dente completo, giacchè si tratta di tronchi di zanne che hanno una circonferenza di ben sessanta a settantacinque centimetri.

28. Altri quattro frammenti di zanne con la indicazione di provenienza pure dal Valdarno, ma fossilizzati diversamente dai precedentemente notati, facevano parte della raccolta fatta per cura del professore Alessandrini e riferendosi al catalogo autografo di quell' eminente naturalista si ricava che, in parte, erano stati ceduti dal Museo di Storia naturale al Museo zootecnico fino dal 1817.

Dopo tutto, conviene notare che tutti questi frammenti di zanne sono riferiti all' *Elephas meridionalis* perchè questa è la specie della quale si hanno più abbondanti resti in Valdarno, senza aver modo di assicurare che forse taluni avranno appartenuto piuttosto all' *Elephas antiquus*, il quale dell' *E. meridionalis* era forse superiore per le dimensioni.

Il Museo possiede un bel numero di denti molari isolati, per la maggior parte provenienti dal Valdarno, alcuni esemplari pregevolissimi sono bene accertati come provenienti dalla Val di Chiana. Più copiosi sono gli esemplari incompleti, alcuni ridotti a poche lamine, sempre interessanti per studiarne la struttura, ma pei quali non è facile di poterne precisare la relativa posizione. Ciò premesso, mi contenterò di indicare gli esemplari più ragguardevoli e delle porzioni di denti terrò conto, nel catalogo, soltanto numericamente.

29. Prima d' altri, dirò di un piccolo molare di latte che potei acquistare dal noto cercatore Brilli in occasione di una visita nel Valdarno nel 1878. Il piccolo dentino nel quale si vedono ben distinte tre lamine e i germi appena accennati di altre due ha una corona lunga appena mm. 23 per una larghezza massima di mm. 16. Per le sue radici già bene accennate è indubitabile che si tratta di un molare di latte superiore, certamente il primo della serie. Raccolto alla Villa presso Terranova.

30. Molto interessante, anche per la sua bella conservazione, è un penultimo molare di latte superiore, acquistato pure dal Brilli e quindi proveniente dal Valdarno e probabilmente dai dintorni di Terranova. Lunghezza della corona mm. 0,59 ; larghezza massima mm. 30. Si contano sei lamine le estreme molto logore ; le radici molto sviluppate e assai bene conservate.

31. Di altro penultimo molare di latte superiore quasi identico al precedente, tanto da dubitare che potesse appartenere allo stesso individuo, il Museo possiede un perfetto modello ; l' esemplare originale si trova nel Museo di Firenze che lo acquistò dal cercatore Brilli.

32. Altro modello di molare superiore di latte, con cinque laminette il cui esemplare originale si trova pure nel Museo di Firenze merita pure di essere ricordato come proveniente dal Valdarno.

Di questo piccolo molare superiore il Museo possiede altri due modelli provenienti dalla collezione già del Museo zootecnico. Essendo segnati col n. 1172 del catalogo redatto dal Prof. Alessandrini ho potuto riscontrare che già si trovavano nel Museo di Bologna nel 1829, senza altra indicazione che quella semplicemente di Valdarno.

33 - 34. Due bei molari inferiori destro e sinistro che avevano appena cominciato a spuntare dall' alveolo, con la estremità anteriore appena logora. Con una lunghezza di m. 0,30, vi si contano 14 lamine. Questi esemplari facevano parte del ma-

teriale raccolto dal Prof. Alessandrini e dalle note del suo catalogo si rileva che furono trovati insieme in Valdarno e mandati a Bologna nel febbraio 1860. Nessuna indicazione precisa del donatore e del giacimento.

35. Dente molare inferiore che non era per nulla escito dall' alveolo ; vi si contano undici lamine ma ne mancano alcune nella estremità posteriore più piccolo dei precedenti. Proviene dalla località Tasso presso S. Giovanni in Valdarno e fu acquistato dall' Avv. Cantamessa.

36. Molare inferiore destro incompleto ; restano nove lamine, le anteriori già usate.

37. Porzione di molare inferiore nella quale si contano otto lamine, le quattro anteriori già discretamente usate. Un vecchio cartellino con la indicazione : *Porzione di mandibola elefantina* e segnato col n. 4 mi fa ritenere che appartenesse all' antico Museo, poichè la calligrafia ricorda quella di Monti. Probabilmente esso pure proviene dal Valdarno.

38 - 42. Porzioni di molari diversi, interessanti per le particolarità delle lamine residue più o meno logorate, dei quali però riesce difficile di precisare la loro esatta posizione. Sono tutti indicati semplicemente come provenienti dal Valdarno.

43. Un frammento sezionato, facente parte della collezione dell' antico Museo, è rimarchevole e molto interessante per far conoscere la esatta struttura di questi denti e il rapporto fra lo smalto, la dentina e il cemento.

44 - 48. Altre porzioni di denti molari provenienti dalla collezione Alessandrini, nessuno con esatta indicazione della località ; solamente dal catalogo si rileva che furono raccolti in Valdarno nel 1823, 1829, 1837, 1859.

49. Un superbo ultimo molare superiore sinistro, con ben 17 lamine, delle quali otto logorate parzialmente, sicchè la corona del dente forma quasi due piani inclinati, fu acquistato dall' Avv. Cantamessa e proviene dal Tasso presso S. Giovanni Valdarno. La lunghezza, o diametro antero-posteriore di questo dente, è di ben trenta centimetri.

50. Bellissimo ultimo molare superiore sinistro molto logoro e anche sotto questo punto di vista assai interessante, come ebbe anche a notare il Prof. Pohling che ne diede pure un rozzo disegno nel suo celebre lavoro più volte citato. Vi si contano ben distinte dodici lamine ed è lungo m. 0,22.

51. Altro ultimo molare superiore sinistro poco logoro perchè solamente una parte della corona mostra di aver funzionato, proviene come il precedente dal Valdarno.

52. Molare superiore di individuo vecchissimo, interessante per la profonda logorazione delle lamine di alcune delle quali, le anteriori, resta appena la traccia e in complesso vi si possono ancora riconoscere gli avanzi di nove lamine.

53. Ultimo molare superiore destro che per le dimensioni, le condizioni di logorazione della corona e per altre caratteristiche corrisponde abbastanza bene a quanto si può notare nell' esemplare n. 50. Vi si contano tredici lamine alcune incomplete.

54. Uno splendido esemplare di un ultimo molare superiore sinistro, anteriormente mancante di un paio di lamine ma del rimanente ben conservato. Proviene dalla collezione Alessandrini; è distinto col n. 3922 e quindi ho potuto trovare nel catalogo le seguenti relative indicazioni intorno alla sua provenienza: « Molare di E. fossile probabilmente di Valdarno; acquistato da un rigattiere sotto il Portico della Morte negli ultimi di agosto 1845 ».

55 - 56. Due porzioni di denti molari che possono interessare per il grado di sviluppo e relativo stato di conservazione e logorazione, indicati come provenienti dal Valdarno.

57 - 58. Altre due porzioni di denti molari superiori; il primo con porzione del mascellare ancora unito e il secondo invece porzione della corona di un dente destro della quale restano le sette lamine posteriori, mancano le radici completamente e non ho trovato altra indicazione della esatta provenienza tranne che, come l' esemplare precedente, proveniva dalla Toscana.

59. Un ultimo molare superiore sinistro, ben conservato con le lamine anteriori molto consumate, ma anche le ultime posteriori già logore. La corona è lunga ben m. 0,26 e vi si contano ancora ben distinte dodici lamine.

60. Porzione di dente molare superiore sinistro nella quale si contano ancora nove lamine, la anteriore con un diametro maggiore di ben nove centimetri. Alla porzione radicolare aderisce ancora piccolo frammento del mascellare. Non se ne conosce la esatta provenienza ed è soltanto notato: Toscana.

61. Dente molare superiore destro in parte sciupato nella faccia esterna, ma interessante per il modo di logorazione. Lunghezza della corona m. 0,20. Anche di questo esemplare si sa soltanto che proviene dalla Toscana, probabilmente dal Valdarno.

62. Porzione di molare superiore sinistro di giovane individuo. Vi si contano otto lamine delle quali sei ben logorate e prominenti. Di questo esemplare pure non si conosce la esatta provenienza ed è semplicemente notato: Toscana.

63. È interessante un bel molare superiore sinistro proveniente dalla collezione Alessandrini. La corona è lunga m. 0,22 e vi si contano ancora dodici lamine. L' esemplare nella collezione di Anatomia comparata portava il n. 1214 e così ho potuto ritrovare interessante notizia in proposito. Questo dente fu trovato nel 1831 in Valdarno e l' ebbe il signor Marchese Giuseppe Albergotti che lo donò poscia al signor Vincenzo Luatti veterinario in Acquaviva nella Valle di Chiana. Nella nota del catalogo Alessandrini è detto che di questo dente era stato tratto modello in gesso, che era stato mandato dal Fabroni al chiarissimo Giorgio Cuvier.

64. Molare superiore destro completo e ben conservato, con undici lamine molto spaziate, proviene dalla Valle di Chiana d' onde per mezzo dei veterinari Luatti e Frullani ho potuto acquistare, per assai tempo, resti fossili interessanti.

65. Molare ultimo superiore sinistro con dieci lamine, mancando le anteriori ; avuto, come il precedente, con la semplice indicazione di provenienza dalla Valle di Chiana.

66. Frammento di un dente molare di dimensioni eccezionali con cinque lamine ben conservate e avanzi di una sesta anteriore. Proviene da Rovigliano in Val di Chiana. L' esemplare completo doveva avere una corona lunga almeno venticinque centimetri.

67. Altro molare superiore sinistro con dieci lamine ben distinte, parzialmente consumate e avanzi di una lamina anteriore. Proviene dalla Val di Chiana.

68 - 69 - 70. Porzioni di denti molari che possono interessare per particolarità anatomiche. Avanzi provenienti dalla Valle di Chiana fra Pozzuolo e Gioiello ; acquistati dal veterinario Luatti di Acquaviva.

71. Modello di quinto molare superiore destro di Chagnez, Saone e Loire. Avuto in cambio dal Museo di Lione.

72. Modello del quinto molare superiore destro ; l' originale nel Museo di Lione, proveniente da Malbattu presso Issoire, Puy de Dôme.

73. Modello di ultimo molare superiore destro, il cui originale, proveniente da Vicchio nel Mugello, si trova nel Museo di Firenze.

74. Forse riferibile all' *E. armeniacus* ? Porzione di dente molare, trovato nelle vecchie collezioni con la semplice indicazione di provenienza da S. Pietro in Stiria.

VERTEBRE

75. Della prima vertebra cervicale il Museo possiede un bel modello; l' esemplare originale proveniente dal Valdarno trovasi nel Museo di Firenze.

76. Della seconda vertebra cervicale (asse) e della terza vi ha un superbo esemplare in cui le due vertebre sono insieme saldate. Questo esemplare nulla lascia a desiderare per la bella conservazione e, per molti rapporti, non ho visto nulla di meglio in nessun Museo. Nel catalogo Alessandrini segnato col n. 6138, proveniente dalla Toscana nell' Ottobre 1859.

77 - 78 - 79. Vi ha poi, una bella vertebra dorsale ed altri due corpi di vertebre pure dorsali di poco interesse.

80. Meritano invece particolare attenzione due splendide vertebre sacrali saldate insieme, che facevano parte delle antiche collezioni, ma delle quali sappiamo soltanto che provengono dalla Val di Chiana.

81. Di coste solamente due miseri avanzi insignificanti.

OMOPLATA

82. Il più interessante avanzo di omoplata, proviene dalla collezione Alessandrini nella quale era notato in catalogo col n. 5830. È un omoplata sinistro di grandi dimensioni con la faccia articolare abbastanza ben conservata e con le seguenti dimensioni: diametro maggiore m. 0,25, diam. minore medio m. 0,13.

L' esemplare donato nel 1856 dal Dott. Fabroni era indicato come spettante al genere Mastodonte; ma il Prof. Alessandrini già lo aveva riferito al genere *Elephas*.

83 - 84 - 85. Altre tre porzioni di Omoplata, riferite al lato sinistro, provengono pure dalla collezione Alessandrini nella quale erano catalogate rispettivamente coi numeri 6153, 6139, 6267. Questi frammenti furono acquistati nel 1859 e 1860; solamente dell' ultimo è precisata la provenienza dal Valdarno e per i due numeri precedenti è solamente indicato che provengono dalla Toscana.

86 - 87. Altri due frammenti di omoplata sinistro, porzione articolare, spettanti apparentemente a giovani individui e mal conservati.

88. Finalmente una bella porzione della testa di un Omoplata destro che, per le dimensioni e per lo stato di conservazione oserei credere riferibile allo stesso individuo

del quale ho descritto la scapola sinistra col n. 82 ; ma quanto alla provenienza altro non ho trovato che la indicazione : Toscana.

OMERO

89. La estremità superiore di un omero sinistro colossale, proveniente dalla collezione Alessandrini, trovasi notato nel catalogo come *probabilmente di balena*. Disgraziatamente se ne ignora la provenienza e consta soltanto che fu acquistato nel 1837. — In seguito ad accurate misure e confronti ho potuto ricavare che se fosse intero quest' osso sarebbe lungo metri uno e cent. 17.

90. La estremità inferiore di un omero destro, non bene conservata, proviene pure dalla collezione Alessandrini catalogata col n. 5798 e indicata come estremità di un femore di *E. primigenius* proveniente da Pozzuolo presso il lago Trasimeno. Acquistato nel giugno 1859.

91. Una porzione della diafisi di un omero apparentemente sinistro merita appena di essere ricordata. Porta la vaga indicazione : Toscana.

92. Notevole porzione superiore di radio e cubito destri con le faccie articolari ben conservate ; proveniente dal Valdarno.

93. Estremità distale di un grosso radio destro, questo pure dal Valdarno.

94. Porzione superiore di un cubito ; dalla collezione Cantamessa.

95. Il Museo possiede un bel modello del piede anteriore destro proveniente da Leffe e il cui originale si trova nel Museo civico di Milano. Mancano alcune ossa del carpo e due falangi. Ragguardevole per le dimensioni, l' Elefante di Leffe non raggiungeva però quella di alcuni esemplari del Valdarno.

96. Merita particolare attenzione un semilunare destro di dimensioni veramente straordinarie ; infatti mentre il diametro maggiore traverso dell' esemplare di Leffe è di m. 0,135, quello di questo bellissimo esemplare dell' elefante valdarnese è di m. 0,185.

97 - 98. Altri due esemplari di osso semilunare destro di dimensioni minori provenienti dal Valdarno, sono interessanti per la bella loro conservazione.

99. Una metà di un semilunare destro proveniente dal Valdarno.

100. Un navicolare o triangolare destro è pure rimarchevole per le grandi sue dimensioni e bella conservazione. Proviene dal Valdarno, faceva parte delle antiche collezioni del Museo.

101. Un bel modello pure di navicolare destro, ma di dimensioni minori assai del precedente e che si riferisce ad un esemplare proveniente dal Valdarno, probabilmente fu inviato dal Targioni e l' originale sarà nel Museo di Firenze ; ma non mi è riuscito di trovare precise indicazioni a questo riguardo.

102. Un navicolare destro quasi intero e che per le dimensioni si accorda quasi con l' esemplare del modello ora ricordato, proviene dal Valdarno.

103. Un navicolare sinistro quasi intero, per le dimensioni si accorda pure col modello dell' esemplare destro sopra ricordato e proviene dal Valdarno.

104. Altro esemplare, quasi completo, di navicolare sinistro corrisponde, per le dimensioni, al superbo esemplare di navicolare destro segnato col n. 100.

105. Trapezio destro di grandi dimensioni, però corroso superficialmente in guisa da far sospettare che sia stato raccolto erratico ; sempre proveniente dal Valdarno.

106. Di un trapezio sinistro, metà grandezza del precedente destro, vi ha un modello pure con la indicazione che l' originale proveniva dal Valdarno. Questo modello con gli altri che si riferiscono al carpo dell' elefante meridionale, devono essere stati inviati dal Museo da Firenze forse dal Prof. Targioni al quale si devono parecchi acquisti di ossa fossili nella prima metà del secolo passato.

107. Di un *Os magnum* o *Capitatum* di grande dimensione, che accenna ad un esemplare analogo a quelli ai quali si riferiscono le più grandi ossa fin qui registrate, vi ha una notevole porzione riferibile all' arto sinistro. Località : Valdarno.

108. Dalla collezione Alessandrini proviene una porzione di Capitato o Osso grande sinistro, raccolta in Valdarno nel 1857 ; notata nel catalogo Alessandrini col n. 1716. Quest' esemplare mostra esso pure di essere stato rotolato e in parte corroso da acque correnti come già aveva notato il dotto professore di anatomia comparata.

108 bis. Un osso del carpo molto sciupato riferibile a porzione di *Os magnum* merita appena di essere ricordato.

109 - 110. Un bel modello di *Os magnum* destro ho riunito ad un corrispondente unciforme destro evidentemente spettanti allo stesso individuo. Esso porta la solita vaga indicazione Valdarno e gli originali dovrebbero trovarsi nel Museo di Firenze.

111. Un secondo metacarpo destro incompleto, del Valdarno.

112. Un bell' esemplare di metacarpo del dito medio destro.

113. Notevole porzione del 4° metacarpo destro.

114. Ultima falange del 5° dito o dito mignolo. Anche per questi tre ultimi esemplari non si hanno altre notizie della loro provenienza fuorchè la indicazione di essere stati raccolti in Valdarno.

115. Notevole porzione di Ileo destro merita di essere ricordata e proviene dal Valdarno.

116. Altra porzione di Ileo acquistata nel 1845 dal professore Alessandrini e nel suo catalogo segnata col n. 3925 ; si suppone del Valdarno tenendo conto del terreno sabbioso del quale era compenetrato l' esemplare.

117. Una porzione della cavità cotiloidea delle ossa innominate è accompagnata da un vecchio cartellino e notata come proveniente dalla collezione Alessandrini ; non ho però trovato relativa annotazione nel catalogo. Dal solito giacimento del Valdarno.

118 - 119 - 120. Altre tre porzioni di Ilei provenienti dal Valdarno, ma poco interessanti.

121 - 122 - 123 - 124. Esemplari di femori tre dei quali mancano delle estremità articolari ; solamente per uno di essi si ha una porzione che si riferisce alla estremità inferiore o distale ma assai male conservata. Due dei detti esemplari provengono dalla collezione Alessandrini, acquistati nel 1846 e provenienti dalla Toscana.

125. Porzione notevole di bella tibia sinistra con la estremità prossimale ben conservata, quindi interessante per la sua faccia articolare. Dal catalogo del Museo zootomico resulta che questo fossile fu regalato dal Dott. Fabroni al Professore Alessandrini nel 1856 ; ivi è notato col n. 5827 ed è detto che fu raccolto presso Frassineto in Val di Chiana.

126. Piccola porzione distale di grande tibia sinistra proveniente dal Valdarno.

127. Fibula sinistra porzione superiore, di notevoli dimensioni ; proveniente dal Valdarno.

128. Altra porzione di fibula, estremità distale, inviata dal Targioni nel 1822 e proveniente dal Valdarno.

129. Una bellissima rotula, ben conservata e riferibile all' arto destro proviene dalla collezione Alessandrini ; nel catalogo più volte citato era registrata col n. 6155, acquistata nell' ottobre 1859, proveniente dal Valdarno.

130. Modello di un colossale calcagno sinistro. L' originale proveniente dal Valdarno e probabilmente si troverà nelle collezioni del Museo di Firenze.

131. Un astragalo destro assai bene conservato, ma che nulla offre di rimarchevole ; proviene dal Valdarno come la pluralità degli esemplari fin qui descritti.

Con questo ho finito di descrivere e catalogare quanto si riferisce all' *Elephas meridionalis* di Nesti ; specie la prima stata distinta dall' *E. primigenius* di Blumembach, al quale per assai tempo furono riferiti tutti quanti i resti di Elefante fossile che erano stati scoperti anche in Toscana, così erano pure determinati anche dal professore Alessandrini e quindi fino al 1860.

Dopo avere enumerato e segnalato tutti i resti di Elefante meridionale raccolti nel Museo geologico di Bologna, restano da ricordare gli avanzi di altre specie, *E. antiquus*, *E. primigenius* ed altre ancora meritevoli di particolare attenzione per la storia della Scienza e del nostro Museo. Di esse mi occuperò in una seconda parte di questo Catalogo.

L'ALIMENTAZIONE MAIDICA NEL SANO E NEL PELLAGROSO

MEMORIA

DI

PIETRO ALBERTONI E PIETRO TULLIO

(Letta nella Sessione dell' 11 Gennaio 1914)

Nei precedenti lavori pubblicati nelle Memorie di questa Accademia, Albertoni, in collaborazione coi suoi allievi, ha studiato l'alimentazione dei contadini di alcune regioni italiane, i quali si cibano di un vitto composto prevalentemente di farina di mais. Per riconoscere i difetti della alimentazione maidica rispetto ad altri cibi, Albertoni aggiunse alla dieta di questi contadini della carne, delle uova, del vino, oppure alla farina di mais fece sostituire quella di frumento, studiando gli effetti di tali cambiamenti sull'organismo. Le presenti ricerche hanno lo scopo di studiare comparativamente l'effetto dell'alimentazione maidica e di quella carnea sul ricambio azotato in individui sani e in pellagrosi.

Le ricerche del Fischer e dell'Abderhalden sull'intima composizione delle proteine, quelle sull'importanza dei lipoidi e delle vitamine nei processi di nutrizione hanno modificato le nostre vedute, e aperto in maniera del tutto nuova il campo all'indagine sperimentale sulle alterazioni e sulle malattie che traggono origine da insufficiente o alterato ricambio. Per cui crediamo opportuno far precedere ai risultati delle presenti ricerche quelli già ottenuti dagli altri e da noi sopra l'alimentazione maidica, prima nel sano e poi nel pellagroso, per potere dall'analisi complessiva dell'importante questione trarre quelle conclusioni che ci dovranno guidare nelle ulteriori ricerche intorno all'alimentazione maidica e alla pellagra, considerata come malattia del ricambio materiale.

I.

La prima ricerca sistematica eseguita nell'uomo sull'assimilazione del mais e la sua influenza sul ricambio materiale si deve al Rubner (1). Egli diede da mangiare

(1) M. Rubner. Zeitschr. f. Biol. Bd. XV, S 115.

ad un individuo, che non si cibava abitualmente di mais, 750 grammi di farina di granoturco preparata come polenta con burro, formaggio, estratto di carne e birra. Le perdite d'azoto nelle feci furono del 15,5 %, di sostanza secca del 6,7 %, di ceneri del 30,48 % e d'idrati di carbonio del 3,2 %.

Il Malfatti (1) studiò sopra se stesso l'assimilazione della polenta e il ricambio organico, usando di essa, sia come unico cibo, sia unita al burro e al formaggio. Ecco i risultati che ottenne, riuniti in una tabella:

Peso corporeo: kgr. 75

Polenta (2 giorni)
Introdotto *pro die* gr.

Farina di granoturco	secco	azoto	grasso	ceneri	Id. di C
629 (12 ½ NaCl)	540.86	6.86	10.06	18.37	481.03
		Perduto colle feci			
	34 13	1.25	4.24	5.60	16.44
		% delle perdite			
	6.30	18,28	42.14	30,48	3.42

Azoto introdotto	perd. c. feci	assimilato	urinario	differenza
6.86	1.25	5.61	12.74	— 7.13

Polenta con burro gr. 95 (3 giorni)

Farina gr. 776 Burro » 95 Sale » 11.7	871.3	749.66	8.62	92.52	21.29	590.80
			Perduto colle feci			
		53.15	2.67	7.06	7.64	21.79
			% delle perdite			
		7.96	31,54	7.63	35.87	3.69

Azoto introdotto	perd. c. feci	assimilato	urinario	differenza
8.62	2.67	5.95	10.55	— 4.60

Polenta con formaggio gr. 120 (3 giorni)

		secco	azoto	grasso	ceneri	Id. di C.
Farina 794 Formaggio 130 Sale 13,3	924.3	774.01	14.35	37.29	37.83	612.52
			Perduto colle feci			
		32.5	1.05	4.42	7.33	14.11
			% delle perdite			
		4,20	7.31	9,34	19.37	2.32

Azoto	introdotto	colle feci	assimilato	orinario	differenza
	14.35	1.05	13.30	17.00	— 3.70

(1) H. Malfatti. Ueber die Ausnützung einiger Nahrungsmittel in Darmcanal dès Menschen. Sitzungber. Akad. der Wissensen. in Wien Bd. 90, III abt. 323-350, 1884.

Dalla comparazione delle tre esperienze si vede come col burro non siasi migliorata l'assimilazione intestinale, e solo sia diminuito il *deficit* di azoto per l'azione di risparmio dei grassi:. col formaggio invece si ebbe un miglioramento notevolissimo nell'assimilazione di tutti i principî alimentari e il *deficit* di azoto fu ridotto di molto. La migliorata assimilazione si deve attribuire all'azione stimolante dell'albumina animale sulle secrezioni digestive. In tutte e tre le prove il Malfatti non riuscì a soddisfare il bisogno d'azoto del suo organismo per quanto si sforzasse d'ingerire la maggior quantità possibile di polenta: l'aggiunta del burro e del formaggio gli permise un'ingestione maggiore e quindi una minor perdita di azoto.

Il De Giaxa (1) trovò che nelle famiglie di contadini del Veneto si consumano 600-800 gr. di farina di mais al giorno per ogni individuo. Il contenuto in albumina delle farine di mais provenienti da varie parti d'Italia è molto variabile, ed inferiore in quelle provenienti da località pellagrose. Infatti mentre nelle farine provenienti da varie parti d'Italia le albumine si trovavano nella media dell' 8,94 %, con un minimo del 6,84 % e un massimo del 15,40 %, le farine consumate dalle famiglie pellagrose ne contenevano in media il 7,48 % con un minimo di 6,20 % e un massimo di 9,25 %. Egli fece il bilancio alimentare in tre contadini sani, nutrendoli con polenta e fagiuoli: trovò un consumo di 1509-2015 gr. di polenta corrispondenti a gr. 546-726 di farina: la loro dieta mista di polenta e fagioli conteneva complessivamente 117,6 gr. di sostanze azotate, 64,4 di grasso, 619,6 di carboidrati. Assimilarono gr. 87,6 di albumina e perdettero nelle feci rispettivamente il 30,6 %, il 24,1 %, il 27,4 % delle sostanze azotate introdotte. La dieta dei contadini sui quali esperimentò il De Giaxa era superiore a quella delle classi più misere dove infierisce la pellagra. In un altro soggetto, affetto da disturbi intestinali, col regime suddetto si ebbe una perdita del 50,4 % delle sostanze azotate introdotte.

Il Panegrossi (2) nel Laboratorio del Celli nutrendo uno studente con polenta e pane di farina di granoturco, macinata con mezzi sempre più perfezionati, ottenne delle perdite progressivamente minori, che però superano la media riscontrata nelle classi borghesi che si nutrono con dieta mista.

	Farina di 3ª qualità	farina 1ª qualità	farina mac. Sheppard
Perdita di azoto %	30.08	18.41	15.58
Della sostanza secca	8.50	7.74	4.51

Il Campeggiani (3) giunse a un miglioramento dell'assimilazione intestinale sostituendo, per alcuni giorni, alla farina di mais il pane di frumento.

---

(1) V. De Giaxa. Contributo alle cognizioni sulla eziologia della Pellagra. Annali dell'Istituto d'Igiene sperim. della R. Università di Roma. Vol. II (nuova serie) 1892.

(2) Panegrossi. Contributo allo studio della alimentazione maidica. Annali d'Igiene sperimentale. 1896, pag. 293.

(3) Campeggiani. Alimentazione di patate, erbe e granoturco. Annali d'Ig. sper. 1902, pag. 117.

Il Brugnola (1) studiò il bilancio nutritivo dei contadini dell'Umbria che si alimentano di pane, polenta e torta di granoturco. Estese le sue esperienze alle varie categorie di contadini dai più agiati, ai più poveri, che formano oltre la metà della popolazione. La quantità di cibi introdotta dai primi è quasi esuberante, mentre è scarsissima per gli ultimi. Raccolse il bilancio nell'inverno, in primavera, al cominciar dei lavori, e in estate. Trovò che le perdite nelle feci sono in tutti molto notevoli, e per l'albumina variano dal 25,65 al 44,82 % con una media del 33,51 %, e per i sali raggiungono il 76,75 %. Quanto al bilancio azotato, mentre nei contadini agiati questo era positivo, e di circa 1 gr. al giorno, nei poveri si avevano delle perdite tanto in inverno come in estate.

Il piano delle esperienze è ben condotto, ma si notano nell'azoto guadagnato o perduto in un sol giorno differenze alcune volte enormi, ad es. un guadagno di 23.9 gr. (2), una perdita di 8.2 gr. (3), le quali differenze fanno supporre che fattori estranei all'esperienza abbiano influito sui risultati ottenuti.

L'alimentazione esclusivamente maidica fu sperimentata dal Bezzola (4) in varî animali trovando che essa è sopportata bene dai ratti, sia il mais guasto o sano; meno bene dai cani, mentre produce la morte nelle cavie. Unendola a erbaggi si ha miglioramento passeggero. Già Lussana S. (5) aveva dato per circa 8 mesi del solo frumentone molto guasto a dei gallinacei che continuarono ad aumentare di peso e a produrre delle uova.

Dopo che le ricerche del Fischer e dell'Abderhalden hanno dimostrato la grande differenza che esiste fra le diverse albumine, relativamente ai gruppi molecolari nei quali possono scindersi, furono eseguite esperienze colle sostanze proteiche che si possono isolare dal mais. L'Henriques (6) nutrendo dei topi con gliadina e zeina, proteina questa del mais solubile nell'alcool, costituente più della terza parte (Soave) delle sostanze proteiche di esso, trovò che la gliadina può mantenere nei topi il bilancio azotato positivo mentre colla zeina si ha perdita di azoto da parte dell'organismo. Però i risultati dell'Henriques sono criticati dall'Abderhalden e dal Lafayette Mendel (7) al quale dobbiamo le ricerche più esatte sul valore alimentare delle proteine del mais comparativamente alle proteine animali. Mescolando le proteine

---

(1) A. Brugnola. Il bilancio nutritivo e l'alimentazione del contadino dell'Umbria come base allo studio dell'etiologia della Pellagra. Perugia 1913. L'alimentazione e il bilancio organico dei pellagrosi. Clinica Medica italiana. 1903.

(2) l. c. p. 119.

(3) l. c. p. 83.

(4) C. Bezzola. Contribut. alla conoscenza della alim. maidica, Bull. Soc. Med. di Pavia, 1909.

(5) F. Ciotto e F. Lussana. Sull'azione del mais e del frumento guasto in rapporto alla pellagra. Milano 1880.

(6) V. Henriques. Lässt sich durch Fütterung mit Zein od. Gliadin als einziger stickstoffhält. Substanz das Stickstoffgleichgewicht herstellen. Zeitschrif. f. Phys. Chem. 1909, Bd. 60 S. 105.

(7) Lafayette B. Mendel a. Morris S. Fine. Studies in Nutrition. III The utilization of the proteins of Corns. The Journal of biological Chemistry. 1911, V. 10, p. 345

del mais con zucchero, lardo e sali, egli trovò una utilizzazione di esse, nel cane, praticamente eguale a quella delle proteine animali: ma il bilancio azotato fu negativo colle albumine del mais, salvo un'eccezione; mentre fu sempre positivo colle albumine della carne.

Furono fatte pure delle ricerche sopra la digeribilità delle proteine del mais. Già il Bonfigli (1) aveva molto insistito sull'importanza della digestione e dell'azione dei succhi digerenti in rapporto all'alimentazione maidica e all'eziologia della pellagra: egli notò come il sistema nervoso abbia grandissima parte nella secrezione dei succhi e sopra i movimenti dello stomaco e degl'intestini e come i patemi d'animo influiscano sopra la digestione. Per ciò egli avverte che il nostro organismo non si può assomigliare ad un apparecchio chimico, nel quale basti introdurre certe sostanze per ottenere la voluta combinazione. Queste vedute del Bonfigli sono tanto più giustificate dopo le ben note esperienze del Pawlow intorno all'influenza che hanno la vista, la masticazione e la presenza dei cibi nello stomaco sulla quantità e qualità dei succhi digestivi secreti. Per cui differenti saranno i risultati secondo che le esperienze saranno condotte sopra individui non abituati all'alimentazione maidica, oppure sopra individui cibantisi di mais fin dalla prima età: e questo vale tanto più per esperienze fatte *in vitro*.

Lo Scheunert e il Grimmer (2) hanno visto in seguito a numerose esperienze fatte nei cavalli che sebbene il mais produca facile fermentazione e formazione di gas nel tubo gastro-enterico, tuttavia la digestione e l'assorbimento delle sue proteine procedono nello stomaco con rapidità e in maniera superiore che nell'alimentazione con avena.

Il Baglioni ha fatto delle esperienze sulla digestione gastrica, pancreatica e intestinale *in vitro* trovando che la zeina viene scissa dai fermenti digestivi con lentezza e difficoltà molto maggiori che la gliadina (3). Ultimamente egli ha fatto alcune ricerche sopra l'alimentazione maidica nell'uomo, somministrando a due medici della polenta unita ai loro cibi contenenti carne e formaggio, e trovò per effetto del mais una minor utilizzazione del cibo come pure una perdita di azoto da parte dell'organismo. In un contadino sostituì nella sua dieta abituale la farina di mais con quella di frumento trovando con ciò una maggior assimilazione dei cibi. In una studentessa confrontò la dieta vegetale maidica e frumentaria con quella carnea, trovando per la dieta vegetale un *deficit* di azoto. I bilanci azotati presentano delle notevoli oscillazioni e differenze da un giorno all'altro: si nota ad esempio un guadagno di gr. 11,42 di azoto in un sol giorno: deve essersi introdotto qualche causa di errore. Egli ripetè

---

(1) Bonfigli. Lettere polemiche sulla pellagra. — Strambio I. La pellagra e le amministr. pubbliche. Milano 1890, pag. 486-490.

(2) A. Scheunert u. W. Grimmer. Ueber die Verdauung des Pferdes bei Maisfutterung. Zeits. f. phys. Chimie, 1906, Bd. 47, S. 88.

(3) F. Baglioni. Ricerche sugli effetti della alimentazione maidica. Rendic. R. Accademia dei Lincei 1908, Vol. XVII, pag. 609; 1910, Vol. XIX, pag. 512; 1911, Vol. XX, pag. 36; 1912, Vol. XXI, pag. 655; 1913, Vol. XXII, pag. 608 e pag. 721.

le esperienze dell'Henriques alimentando i ratti con zeina, gliadina e ovoalbumina: con la zeina ebbe ora perdita, ora guadagno di azoto; colla gliadina e l'ovoalbumina sempre guadagno di azoto; l'aumento del peso corporeo si ebbe solo con le albumine animali.

*
* *

Nel 1890 l'Albertoni, (1) nel discorso inaugurale « La fisiologia e la questione sociale, » trattando dell'alimentazione delle varie classi sociali notava, come pur essendovi una grande elasticità di bilancio nell'uomo, capace di addatarsi a diete ricche come a diete povere, tuttavia vi sono limiti variabili da individuo ad individuo, al di là dei quali tanto l'eccesso come il difetto diventano causa di malattia. Constatava inoltre che l'alimentazione delle classi agricole italiane era insufficiente per sostanze albuminoidi, e in ispecial modo di albumine d'origine animale, delle quali notava la grande importanza fisiologica.

Due anni dopo, col Novi (2), dava pratica applicazione delle idee esposte nel discorso sopra citato, raccogliendo il bilancio alimentare del contadino emiliano. Riconoscendo come i problemi che concernono l'alimentazione dell'uomo siano legati alle condizioni dell'individuo e dell'ambiente, prescindendo dalle quali non si può pervenire che a risultati erronei, egli volle sperimentare negl'individui posti nelle loro naturali condizioni di ambiente e dediti alle loro normali occupazioni, eseguendo la ricerca del ricambio là dove i contadini abitavano e lavoravano.

Comparando la dieta che consuma il contadino emiliano nell'estate e nell'inverno, appare subito in questo primo lavoro la grande differenza che passa tra la dieta maidica e quella mista di carne e di pane, poichè quando il bracciante emiliano nell'inverno guadagna poco si nutre anche scarsamente, di polenta, minestra di pasta, aringa e pancetta di maiale e introduce una dieta di:

Sostanze azotate	grasso	idr. di Carb.	Sali	calorie
84,5	69,3	581,7	24,9	3302,2
di cui ne perde colle feci %				
24,0	16,9	7,0	26,4	10,4

D'estate, quando crescono i guadagni e il lavoro, si procura un cibo più abbondante e sano composto di pane di frumento, minestra di pasta e fagiuoli, tonno e formaggio, introducendo una dieta di

146,58	63,26	624,9	31,6	3751,5
di cui perde colle feci %				
8,3	15,5	2,6	20,5	6,0

(1) P. Albertoni. La Fisiologia e la questione sociale. Discorso inaugurale. 1890: Revue Scientifique, 1891, T. 46, n. 8,

(2) P. Albertoni e I. Novi. Sul bilancio nutritivo del contadino italiano. Memorie della R. Accad. delle Scienze. Bologna 1893. Pflüger's Archiv, 1894, Bd. 56; Arch. it. de Biol. 1894, T. XXI, p. 344

Come si vede, enorme è la differenza nell'assimilabilità delle due diete, specialmente per le sostanze azotate. Inoltre come notano gli A. « il fatto che il contadino esce dalla stagione invernale così indebolito per il deficit nel suo bilancio degli albuminoidi, getta anche qualche luce sull'infierire della pellagra nella primavera, cioè quando il contadino stremato nella nutrizione ritorna a faticosi lavori. L'organismo è sempre in istato di fallimento, e sta in piedi per l'introduzione abbondante di idrocarbonati ed il risparmio di albuminoidi che può aver fatto nell'estate. Ma se per un momento le forze digestive ed assimilative vengono a far difetto, si capisce che il disastro è pronto ».

Nel bilancio nutritivo del contadino abruzzese l'Albertoni e il Rossi (1) studiarono l'assimilazione e il bilancio completo dei contadini della Provincia di Teramo, che si nutrono quasi esclusivamente di farina di mais preparata sotto forma di polenta, di schiacciata e di pane con verdura. Ecco i risultati riassunti in tabella che mostrano i bilanci alimentari di tre famiglie, complessivamente di 13 persone, determinati per un periodo da 4 a 7 giorni.

Peso corporeo: Uomo kg. 57,3, Donna kg. 50,8.

Entrata giornaliera in grammi

	Quantità	Sost. secca	Sost. azot.	Azoto	Grassi	Ceneri	Idr. di Carb.	Alcool	Calorie kg.
Uomo	1894,75	604,30	72,84	11,65	53,27	28,10	450,09	15,28	2746,38
Donna	1542,40	477,26	59,04	9,45	45,99	23,83	348,40	15,15	2204,26
				Perdita colle feci					
Uomo	311,86	56,66	19,61	3,14	8,07	8,77	20,21		238,31
Donna	264,48	48,50	16,35	2,62	6,31	7,62	18,22		200,42
				% delle perdite					
Uomo		9,38	26,92		15,15	31,21	4,49		8,68
Donna		10,16	27,69		13,75	31,98	5,23		9,09

Azoto urinario: Uomo 8,08, Donna 6,73.

Le perdite percentuali dei singoli individui furono colle feci %: 15,15 - 15,26 - 21,38 - 21,74 - 24,05 - 24,34 - 27,35 - 28,55 - 28,85 - 31,33 - 35,75 - 37,85 - 39,28.

Come appare da questa tabella l'alimentazione maidica è per molte ragioni inadatta ad una sana alimentazione. Il volume di essa grandissimo, la poca sua digeribilità in rapporto a tutti i principî alimentari e la sua poca sapidità fanno si che gl'individui, specialmente d'inverno, riducano volontariamente la loro alimentazione a quel minimo che è necessario a mantenere la vita. Nella dieta vegetale l'intestino, sebbene per il

(1) P. Albertoni e F. Rossi. Sul bilancio nutritivo del contadino Abruzzese e sue condizioni fisiol., psicolog. ed economiche. Memorie della R. Accad. delle Scienze. Bologna 1907; Arch. it. de Biol. 1908.

forte residuo di sostanze non digerite si vuoti parecchie volte al giorno, travolgendo nelle feci alimenti indecomposti, tuttavia a differenza di quanto accade nei carnivori, è sempre pieno e in continuo lavoro, ciò che spiega le frequenti malattie intestinali in questi contadini.

Per ovviare a tutti questi inconvenienti della dieta puramente maidica, l'Albertoni e il Rossi (1) diedero a questi contadini, abituati per eredità e necessità a trarre dalla terra tutti i loro alimenti vegetali, un po' di carne, pur lasciandoli liberi di mangiare dei soliti cibi la quantità e qualità di cui sentivano bisogno, creando così nelle condizioni della loro alimentazione un fatto del tutto nuovo. La quantità di carne somministrata fu pari a quella che ordinariamente viene mangiata dagl' individui delle classi medie che si nutrono a dieta mista. La famiglia su cui furono condotte le esperienze era composta di 5 individui adulti e sani: dopo aver raccolto un primo bilancio per tre giorni, fu dato ad essi 100 gr. di carne al giorno e poi determinato un altro bilancio: in seguito la carne fu elevata a 200 gr. Ecco i risultati riuniti in tabella:

Medie delle sostanze introdotte

Dieta puramente vegetale

	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina (× 6,25) gr.	Ceneri gr.	Calorie	Calorie per kg.
Uomini	2324,67	12,107	75,67	29,576	2400,33	41,99
Donne	1703,16	8,920	55,75	21,418	1721,59	35,10

Dieta vegetale con gr. 100 di carne

	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina totale gr.	Albumina carnea gr.	Ceneri gr.	Calorie	Calorie per kg.
Uomini	1965.89	15,79	98,69	(21,23)	29,932	2201,64	37,74

Dieta vegetale con gr. 200 di carne

Uomini	1686,—	17,781	111,13	(40,79)	26,933	2436,42	41,34
Donne	1096,33	14,820	92,63	(43,29)	18,53	1709,66	34,54

Medie delle perdite giornaliere con le feci in gr.

Prove	Quantità gr.	Azoto gr.	Albumina gr.	Ceneri gr.
Uomini 1ª prova	319,34	3,207	20,04	10,042
» 2ª »	261,55	2,938	18,36	9,014
» 3ª »	177,55	2,162	13,51	7,428
Donne 1ª »	260,—	2,706	16,91	7,454
» 3ª »	97,—	1,573	9,83	4,774

(1) P. Albertoni e F. Rossi. Ricerche sul valore comparativo del cibo vegetale e del cibo animale e sul bilancio minimo proteico. Memorie della R. Accad. delle Scienze. Bologna 1907-08; Arch. it. de Biol. 1909; Arch. f. exp. Path. u. Pharm. 1908.

Medie percentuali delle perdite giornaliere con le feci

Prove	Azoto	Ceneri
Uomini 1ª prova	26,49 %	33,95 %
» 2ª »	18,61 %	30,11 %
» 3ª »	12,16 %	27,58 %
Donne 1ª »	30,34 %	34,80 %
» 3ª »	10,61 %	25,76 %

Come si vede, la massa delle feci si riduce e i sali perduti diminuiscono: le perdite dell'azoto vanno riducendosi progressivamente sebbene cresca l'introduzione di esso. Questa minore perdita non è dovuta al solo fatto che l'albumina della carne è più facilmente intaccata dai succhi digestivi e quasi completamente assimilabile: perchè basta gettare uno sguardo sulle medie degli alimenti introdotti per vedere che i contadini consumarono nelle tre serie quasi la stessa quantità di albumina vegetale a cui aggiunsero nella seconda e nella terza quella della carne. Infatti essi colla carne mangiarono il pane di mais rinunciando in parte alle voluminose minestre e nell'ultima prova anche alle verdure e ai sali contenuti in esse. Ciò nonostante l'azoto perduto colle feci si ridusse per gli uomini da gr. 3,207 a 2,162, per le donne da 2,706 a 1,573, ossia anche l'albumina vegetale fu meglio digerita e assimilata dagl'intestini rinforzati nelle loro funzioni dalla dieta carnea. Le perdite considerevoli che si hanno colla dieta vegetale sono dovute non solo alla cellulosa che avvolgendo l'albumina la sottrae all'azione dei succhi intestinali, ma al logorio continuo a cui è sottoposto l'intestino.

Inoltre notevole è il fatto che bastarono 100 g. di carne per produrre una modificazione così profonda del regime digestivo di questi contadini. Si ebbero inoltre un aumento della forza e un miglioramento nello stato di salute di tutto l'organismo, come risulta dalla tabella seguente:

	Peso in kg.	Forza al dinamometro		Sangue	
		Mano destra	sinistra	Emoglobina	Globuli rossi
Uomo 1ª prova	57,167	33,67	30,33	74,—	4,502,600
» 2ª »	58,333	39,33	33,67	81,67	4,890,566
» 3ª »	58,933	40,—	37,—	89,—	5,043,540
Donna 1ª »	49,050	21,—	17,—	71,—	4,759,350
» 3ª »	49,490	26,—	23,—	87,33	4,739,060

Importante è l'aumento dell'emoglobina del sangue e dei globuli rossi causato dall'ingestione giornagliera di poca albumina animale. Il migliorare rapido delle condizioni del sangue per la dieta carnea indica che la precedente dieta maidica lo aveva impoverito delle sue albumine, o sopraccaricato di acqua.

A comprova di questi risultati l'Albertoni ripetè l'esperimento dando, invece della carne, anche 2-4 uova al giorno (1). I risultati furono conformi a quelli ottenuti nel precedente esperimento come appare dalle tabelle seguenti:

2° Esperimento colla carne

Medie delle entrate giornaliere in gr.

Prova	Cibo fresco	Cibo secco	Albumina	Albumina animale	Grassi	Ceneri	Idrato Carbonio	Calorie
1ª	2109,5	700,005	75,431	—, —	62,740	39,164	522,670	3035,70
2ª	2120	752,511	98,709	24,066	72,085	43,185	538,532	3283,07
3ª	2270	754,994	118,687	45,862	69,056	40,091	537,160	3331,19

Medie delle perdite giornaliere con le feci in gr.

Prova	Fresco	Secco	Azoto	Grassi	Ceneri	Idrati Carbonio	Calorie
1ª	263	51,648	2,357	5,062	9,593	22,259	198,75
2ª	216	42,339	1,806	4,518	7,675	18,858	165,61
3ª	159	34,517	1,503	3,663	6,551	14,906	133,71

Medie delle percentuali delle perdite giornaliere con le feci in gr.

Prova	Secco	Azoto albumina	Grassi	Ceneri	Idrati Carbonio	Calorie	P_2O_5
1ª	7,38	19,53	8,07	24,49	4,26	6,55	70,38
2ª	5,63	11,43	6,27	17,77	3,50	5,04	57,98
3ª	4,51	7,92	5,30	16,34	2,77	4,01	49,54

Medie del bilancio giornaliero dell'azoto in gr.

Prova	Azoto introdotto	Azoto delle feci	Azoto assimilato	Azoto urinario	Differenze
1ª	12,069	2,357	9,712	8,378	+ 1,334
2ª	15,793	1,806	13,987	10,615	+ 3,372
3ª	18,990	1,503	17,487	13,896	+ 3,591

Medie dell'emoglobina

Prova	Medie peso corporeo ia kg.	Emoglobina	R %
1°	55,6	65	100
2°	55,9	82,5	126,9
3°	56,5	97,5	148,4

Esperimento colle uova

Medie delle entrate giornaliere in gr.

Prova	Cibo fresco	Cibo secco	Albumina	Albumina animale	Grassi	Ceneri	Idrati Carbonio	Calorie
1ª	1881	620.115	67,028	—, —	55,705	35,505	461,878	2686,57
2ª	1896	683,173	79,668	12,112	78,774	36,633	488,098	3060,44
3ª	1864	638,535	83,981	24,410	78,744	31,156	444,654	2899,72

(1) P. Albertoni e F. Rossi. Nuove ricerche sulla influenza delle proteine animali nei vegetariani. Queste Memorie. 1910.

Media delle perdite giornaliere con le feci in gr.

Prova	Fresco	Secco	Azoto	Grassi	Ceneri	Idrati Carbonio	Calorie
1ª	285	57,794	2,802	6,741	9,930	23,611	231,29
2ª	241	50,847	2,341	5,461	8,937	21,815	200,23
3ª	153	32,985	1,464	4,435	6,262	13,138	132,63

Medie delle percentuali delle perdite giornaliere con le feci

Prova	Secco	Azoto Albumina	Grassi	Ceneri	Idrati carbonio	Calorie	P_2O_5
1ª	9,32	26,13	12,10	27,97	5,11	8,61	88,95
2ª	7,44	18,37	6,93	24,40	4,47	6,54	76,55
3ª	5,17	10,90	5,63	20,10	2,95	4,57	56,25

Medie del bilancio giornaliero dell'azoto in gr.

Prova	Azoto introdotto	Azoto delle feci	Azoto assimilato	Azoto urinario	Differenza
1ª	10,724	2,802	7,922	8,096	— 0,174
2ª	12,747	2,341	10,406	9,360	+ 1,046
3ª	13,437	1,464	11,973	11,368	+ 0,605

Medie dell'emoglobina

Bilancio	Peso corporeo in kg.	Emoglobina	R %
1°	59,100	75	100
2°	59,50	87	116
3°	58,850	94,5	126

G. Strambio juniore nella sua pregevolissima monografia sulla pellagra cita numerosi autori che hanno osservato l'efficacia curativa di moderate dosi di vino per la pellagra. (1) Parimenti, nella relazione del prof. Stefani sull'operato della Commissione per la pellagra nella Provincia di Padova, si legge che quasi tutti i sanitari della provincia di Padova interrogati hanno riscontrato nell'uso moderato del vino un mezzo per combattere la pellagra. L'Albertoni e il Rossi (2) diedero ai contadini abruzzesi un litro circa di vino al giorno e ottennero un aumento notevolissimo dei poteri assimilatori dell'intestino, della forza corporea e dell'emoglobina del sangue. L'esperimento fu condotto come i precedenti. Ecco i risultati ottenuti

Entrate giornaliere in grammi

Prova	Cibo fresco	Cibo secco	Azoto	Albumina	Grassi	Ceneri	Idrati C.	Alcool	Calorie Senza alcool
1ª	1846	610,899	9,614	60,088	40,452	25,162	485,197	—, —	2611,87
2ª	1714	609,084	9,285	58,031	38,527	25,279	487,247	73,749	2593,94
3ª	1631	567,814	8,517	53,231	36,129	26,282	452,172	107,261	2408,15

(1) G. Strambio. La pellagra, i pellagrosi e le amministrazioni pubbliche. Saggi di storia e di critica sanitaria. Milano, Dumolard 1890, p. 496.

(2) P. Albertoni e F. Rossi. Sul valore alimentare del vino. Memorie della R. Accad. delle Scienze. Bologna 1909.

Perdite giornaliere con le feci in gr.

Prova	Fresco	Secco	Azoto	Albumina	Grassi	Ceneri	Idrati C.	Calorie
1ª	276,63	52,821	2,088	13,050	4,432	7,745	27,594	207,86
2ª	205,43	38,049	1,590	9,937	3,029	5,332	19,751	149,89
3ª	200,40	33,453	1,377	8,606	2,444	4,716	17,687	130,53

Percentuali delle perdite giornaliere con le feci

Prova	Secco	Azoto Albumina	Grassi	Ceneri	Idrati C.	Calorie
1ª	8,65 %	21,72 %	10,96 %	30,78 %	5,69 %	7,96 %
2ª	6,25 %	17,12 %	7,86 %	21,09 %	4,05 %	4,82 %
3ª	5,89 %	16,17 %	6 76 %	17,94 %	3,91 %	4,13 %

Bilancio giornaliero dell'azoto in gr.

Prova	Az. introdotto	Az. perduto colle feci	Az. assimilato	Az. urinario	Differenze
1ª	9,614	2,088	7,526	7,548	— 0,022
2ª	9,285	1,590	7,695	7,082	+ 0,613
3ª	8,517	1,377	7,140	6,221	+ 0,919

Peso corporeo

Prova	Media uomini kg.	Media donne kg.	Media totale kg.	R %
1ª	50,300	48.600	49,450	(100)
2ª	51;500	49,900	50,700	(102,53)
3ª	51,500	49,500	50,500	(102,12)

Sangue

Prova	Emoglobina	R %	Globuli rossi	R %
1ª	74,65	(100)	4,199,000	(100)
2ª	90,33	(121)	—	—
3ª	98,50	(132)	5,068,500	(121)

I vantaggi ottenuti col vino si devono certamente alle migliorate condizioni intestinali per cui l'assimilazione dei cibi fu più perfetta, miglioramenti che possono dipendere dall'azione stimolante che l'alcool possiede sopra la secrezioni digestive, la quale venne già notata da Claude Bernard. Dobbiamo anche ricordare, per le possibili analogie, l'osservazione di Rubner (1) che piccole quantità di alcool favoriscono l'accrescimento del lievito di birra, mentre grosse quantità lo arrestano.

Il Tullio (2), seguendo l'indirizzo dei precedenti esperimenti, fece delle ricerche comparative tra l'alimentazione a base di mais e quella a base di frumento, in una famiglia di contadini del Friuli, venendo alla conclusione che l'eccessiva quantità di polenta mangiata, oltre che essere per se stessa poco assimilabile, impedisce la buona utilizzazione degli altri alimenti, irrita l'intestino e produce così notevoli perdite di

(1) M. Rubner. Ueber die Nahrungsaufnahme bei der Hefezelle. Sitzungs. Ber. der Königlich Preuss. Akademie der Wissens. VIII. 1913 p. 240.

(2) P. Tullio. Il pane e la polenta nell'Alimentazione del Contadino italiano. 1907, Ramazzini Vol. I.

azoto e di sali; sostituendo al mais il pane di frumento, ebbe un notevole miglioramento nella assimilazione intestinale e nello stato di salute degli individui.

Se consideriamo i risultati di tutte queste nostre esperienze, vediamo quali enormi vantaggi presenti la dieta mista con albumina animale su quella vegetale maidica. Esse hanno tanto più valore teorico e pratico, rispetto alla eziologia e alla cura della pellagra, in quanto furono tutte eseguite sopra individui che da grandissimo tempo, fin dall'infanzia, si alimentarono con cibi composti con farina di mais. Le esperienze del Rubner e del Malfatti e di molti altri sono state condotte sopra individui della classe media che si erano fino allora nutriti con la dieta mista e quindi avevano l'organismo non adattato a una dieta sì speciale come la dieta maidica. È conosciuto come l'apparato digerente e le ghiandole digestive possano adattarsi, e in maniera notevolissima, modificando la qualità delle loro secrezioni a seconda dei cibi che vengono ordinariamente ingeriti dall'individuo.

Perciò noi crediamo cho solo gli esperimenti che sono stati condotti tenendo calcolo di queste regole possano essere usufruiti per trarre delle conclusioni in rapporto alle varie diete nel sano e nel pellagroso.

II.

Mentre numerose sono le ricerche fatte sull'alimentazione maidica nell'uomo sano, poche sono al contrario le ricerche fatte sopra il ricambio materiale dei pellagrosi in maniera completa e rigorosa. Ciò fa tanto più meraviglia in quanto che la pellagra, fin dal suo primo apparire in Europa, fu posta dai pellagrologi più insigni in rapporto colla alimentazione maidica.

Gaetano Strambio *maggiore* per primo studiò la pellagra dal lato clinico e anatomo-patologico in maniera profonda: escludendone il contagio e riscontrando l'eredità famigliare, fu condotto dalle sue numerose ricerche a porre la sede principale e più costante del male, nei visceri del basso ventre. Però causa precipua, se non sola, egli riteneva la cattiva alimentazione, avendo osservato che si possono ottenere dei miglioramenti solo col buon vitto (1).

Nel 1810 il Marzari (2) proclamava che la causa della pellagra sta nella alimentazione di granoturco *disgiunta da sostanze animali,* in quanto che il granoturco è privo di glutine. Perciò il mais priva il sangue *di quelle sostanze che hanno indole e natura animale; e per usare il linguaggio di moda,* come si esprime il Marzari, *lo inonda di carbonio e lo defrauda dell' azoto,* e ciò sempre per la mancanza di quel glutine che, scoperto allora dal Beccari nel frumento, si credeva formasse la fibrina

---

(1) G. Strambio. De Pellagra, observationes, Milano 1875, 87, 89. Dissertazioni sulla pellagra, 1794 — G. Strambio juniore. La pellagra, i pellagrosi e le amministrazioni pubbliche. Saggi di storia e di critica sanitaria, Milano Dumolard, 1890, p. 140.

(2) G. B. Marzari. Saggio Medico-Politico sulla Pellagra o Scorbuto italico. Venezia 1810. — Della Pellagra e della maniera di estirparla in Italia. 1815. G. Strambio j. Idem. p. 155, 159.

e la carne degli animali e dell'uomo. Inoltre il Marzari riteneva che ogni cibo privo di glutine, usato senza sostanze animali o vegetali che lo contenessero, non meno del mais potesse produrre la pellagra.

Egli nota pure che le fatiche favoriscono il male aumentando i bisogni dell'organismo e così aprì la via alla teoria dell'*insufficienza alimentare del mais* del Lussana S. come alimento azotato sotto il duplice punto di vista di eccesso di consumo e di difetto di riparazione. Il Lussana scrive: « La dura necessità costringerà un popolo a un cibo tale, che abbondi dei principi non azotati, e che eminentemente sia sprovvisto di sostanze proteiche; in quell'economie animali avrassi ad esuberanza il materiale per il mantenimento del calorico animale, ma difetteranno i principî organici riproduttori del sistema nervoso e muscolare: la impropria ed imperfetta riparazione nutritiva di tali organi li renderà impotenti alla loro attività funzionale ». Tale è precisamente il caso dei pellagrosi e tale egli giudica il granoturco nel quale vede il più scarso di *ingredienti plastici fra quanti cibi la umana famiglia apprestossi* (1).

Il Lussana crede poi che il *verderame,* cioè l'ammuffire del granoturco, che fu ritenuto dal Ballardini causa, se non esclusiva, precipua della pellagra, sia dannoso in quanto distrugge specialmente la sostanza proteinosa del granoturco e il corpo embrionale di esso.

Fino ai tempi del Lussana a dimostrare l'*insufficienza plastica* si ricorse solamente all'esame chimico del granoturco, esame il quale dimostrò che il mais contiene una quantità di azoto maggiore di quello che allora si supponeva, non inferiore in ciò ad altri cibi vegetali. Tuttavia, come osserva il Bonfigli, l'azoto del mais è sempre scarso in confronto al carbonio che esso contiene, così che rimane sempre un cibo voluminoso e di laboriosa e difficile digestione.

Il Camurri (2) studiò in ispecial modo la composizione delle orine nei pellagrosi: trovò diminuito il rapporto Azoto-ureico:

RAPPORTO AZOTO-UREICO

Sano	Dieta mista	86.6	individui già pellagrosi	dieta mista 83.2	pellagrosi 77,7
	» maidica	85.1		» maidica 74.4	80.8

Ciò era stato osservato già dal Lucatello (3) e fu confermato dal Moreschi nella Clinica del Devoto (4), la diminuzione del rapporto azoto-ureico è dovuta specialmente al gran contenuto in ammoniaca delle orine dei pellagrosi.

---

(1) F. Lussana. Dottrina di G. Liebig su la alimentazione ed annotazioni su la eziologia della Pellagra ecc. Gaz. Med. It. Lomb. 1852, n. 47. Su la Pellagra studi pratici, Milano 1854. Nuovi studi pratici 1859. G. Strambio j. La Pellagra ecc. p. 312, 315.

(2) Camurri V. L. Contributo allo studio del ricambio materiale nei pellagrosi. Udine 1908.

(3) Lucatello e Malfatti. Contributo allo studio delle funzioni epatiche nei pellagrosi. Gazz. degli Ospedali e delle Cliniche, 1901, pag. 1383.

(4) Devoto. Contributi alla patologia della pellagra. La clinica medica italiana, 1901. C. Moreschi Le anomalie pel ricambio azotato nel pellagroso. Il Morgagni 1912.

Il Brugnola (1) fece il ricambio completo di tre pellagrosi, e trovò una forte tendenza da parte di questi ammalati ad immagazzinare azoto, specialmente se dato sotto forma di albumina animale. E anche questo fatto fu riscontrato nella clinica del Devoto.

Veniamo ora ad esporre il contributo sperimentale delle nostre ricerche fatte sopra il ricambio materiale dei pellagrosi. Come abbiamo già accennato, colle presenti ricerche abbiamo voluto dare compimento ai precedenti lavori sopra il valore comparativo del cibo vegetale e del cibo animale e quindi l'esperimento fu diviso in due periodi: nel primo fu dato un cibo puramente vegetale, nel secondo una dieta mista di carne e pane. La dieta vegetale, per un periodo di quattro giorni, fu ridotta quasi alla sola polenta, contenendo la poca verdura e il condimento unitovi una quantità veramente minima di azoto. Per cui i nostri esperimenti, fatti sull'uomo, si possono in tutto paragonare a quelli fatti sugli animali nutriti puramente con le albumine del mais, eseguiti dai migliori esperimentatori. Data la grande importanza che, in seguito ai lavori di Osborne e Mendel, Hopkins e Nevile, Mc. Collum e Funk viene attribuita alle varie albumine in rapporto alla loro facoltà di mantenere puramente il bilancio azotato in equilibrio o di favorire anche la crescita degl'individui, abbiamo voluto eseguire le nostre esperienze anche su ragazzi che si trovavano nel periodo migliore della crescita. I nostri soggetti d'esperimento, contadini del Friuli, pur soffrendo cronicamente di pellagra, non presentavano al momento dell'esperimento fenomeni diarroici.

Uno di essi, Pietro, era adulto dell'età di 46 anni, gli altri due ragazzi; erano fratelli, Antonio dell'età di 14, Americo dell'età di 13. Tutti e tre presentavano dermatite pellogrosa solo agli arti superiori, nell'adulto allo stato iperemico, nei ragazzi in quello desquamativo pigmentario. I ragazzi soffrivano di pellagra da circa 7 anni, e la forma si limitava all'eritema alle mani e talvolta a catarro intestinale: due fratelli più giovani soffrivano pure di pellagra, e la madre, dell'età di 44 anni aveva a suo ricordo sempre sofferto di pellagra ad ogni primavera colle stesse manifestazioni che si riscontravano nei figli. Il nonno materno è gravemente pellagroso con eritemi, diarrea e fenomeni cerebrali; la nonna materna e il padre ne andarono sempre immuni (2).

Pietro ebbe a soffrire di catarri intestinali e anche di eritema: nulla si potè sapere a carico della sua famiglia.

Tutti rimasero sotto la nostra continua sorveglianza per tutto l'esperimento, abitando nella casa di uno di noi senza mai uscirne e attendendo a leggeri lavori nell'orto. I ragazzi, per esser meglio sorvegliati, dormivano nella stessa stanza con l'adulto, persona fidatissima, anche perchè piccolo pigionante. Abbiamo quindi la piena

(1) A. Brugnola. L'alimentazione ed il bilancio organico dei pellagrosi. Clinica medica italiana, 1903.

(2) Questi dati concordano esattamente con quanto ci fu detto dal Sanitario locale, dott. Pietro Lenardon che da circa trent'anni ebbe sotto la sua cura la famiglia, e che conosce profondamente la pellagra.

certezza che essi si attennero scrupolosamente alle norme loro dettate, non mangiarono mai all'infuori dei pasti, in cui i cibi furono loro misurati, nè mai andò perduta parte della loro orina. La perfetta corrispondenza fra la quantità delle orine emesse dai singoli individui nei varî giorni in rapporto alla dieta ingerita, confrontata pure col loro peso specifico, rende sempre più sicura questa nostra convinzione.

L'esperimento durò 18 giorni: dal 10 al 27 Aprile 1912. Fu diviso in due periodi eguali di 9 giorni: nel 1° dal 10 al 18 gl'individui si cibarono di polenta di granoturco, nel secondo dal 19 al 22 Aprile con dieta mista di pane e carne. Il primo periodo a sua volta può essere diviso in altri due: nel 1° dal 10 al 13 aprile oltre la polenta mangiarono, come minestra, una scarsa quantità di fagiuoli (gr. 66,6 - 50, 33,3 - 25 *pro die*) per abituare i loro organismi al passaggio da una dieta abbondante in albumine vegetali alla dieta puramente maidica. Nel 2° dal 14 al 18 aprile durato quindi 5 giorni, mangiarono quasi esclusivamente polenta, preparata tre volte al giorno. Infatti ad essa aggiunsero e in scarsa quantità, il solo condimento preparato con burro, olio, lardo, salsa di pomidoro e col brodo di pochi pezzetti di carne, poverissimo in materie azotate, tanto che con esso non introdussero *pro die* che 10 - 20 centgr. di azoto al giorno. Tutto il restante azoto proveniva dalla polenta, e dall'insalata mangiata con olio e aceto che conteneva meno di un mezzo grammo d'azoto. Solamente mediante questo condimento essi poterono ingerire una quantità notevole di polenta, che non fu però mai superiore ai 2 kg. al giorno. Infatti il Malfatti non potè, per quanti sforzi facesse, introdurre che una quantità minore di polenta mangiandola in piccole quantità durante tutto il giorno, e il suo esperimento durò 2 giorni soli: inoltre bisogna notare che il peso dei nostri ragazzi era meno della metà del peso corporeo del Malfatti.

Nel secondo periodo di dieta carnea fu dato dal 19 al 22 Aprile circa 100 gr. (108,3) di carne al giorno per individuo, nel secondo dal 23 al 27 gr. 200 di carne. Alla carne si aggiunse pane, risotto, pasta e formaggio e olio e burro in abbondanza per somministrare un conveniente numero di calorie. Durante tutto l'esperimento Pietro ebbe un litro di vino al giorno, i ragazzi mezzo litro. L'esperimento può quindi dividersi in quattro periodi:

1°	giorni 4	Polenta e fagiuoli	(10 - 13 Aprile	1912)
2°	» 5	Polenta	(14 - 18 »	»)
3°	» 4	Carne gr. 100	(19 - 22 »	»)
4°	» 5	» » 200	(23 - 27 »	»)

Ecco la lista dei cibi introdotti:

ALIMENTAZIONE MAIDICA

CIBI INTRODOTTI

Aprile		Polenta e fagioli I.	Aprile		Polenta sola II.
10	matt.	Polenta e condimento	14	matt.	Polenta e condimento
	mezz.	» » , minestra di fagioli		mezz.	» » , minestra di spinacci
	sera	Polenta e condimento, insalata con olio e aceto		sera	Polenta e condimento, insalata con olio e aceto
11	matt.	Polenta e condimento	15	matt.	Polenta e condimento
	mezz.	» » minestra di fagioli		mezz.	» » , minestra di spinacci
	sera	Polenta e condimento, insalata con olio e aceto		sera	Polenta e condimento, insalata con olio e aceto

(segue alimentazione maidica)

Aprile

12 matt. Polenta e condimento
mezz. » » , minestra di fagioli
sera Polenta e condimento, insalata con olio e aceto

13 matt. Polenta e condimento
mezz. » » , minestra di fagioli e spinacci
sera Polenta e condimento, insalata con olio e aceto

Aprile

16 matt Polenta e condimento
mezz. » » , radicchio selvatico con olio e aceto
sera Polenta e condimento, insalata con olio e aceto

17 matt. Polenta e condimento
mezz. » » , radicchio, selvatico con olio e aceto
sera Polenta e condimento, insalata con olio e aceto

18 matt. Polenta e condimento
mezz » » , radicchio, selvatico con olio e aceto
sera Polenta e condimento, insalata con olio e aceto

Durante tutto l'esperimento fu somministrato 1 litro di vino all'individuo adulto, $^1/_2$ litro ai ragazzi per giorno.

ALIMENTAZIONE CARNEA

Cibi introdotti

Pane e carne gr. 100

Aprile III.

19 matt. Patate con olio e aceto, pane
mezz. Risotto al burro con carne e pane
sera Bistecca al burro, formaggio e pane

20 matt. Patate con olio e aceto, pane
mezz. Risotto al burro con carne e pane
sera Bistecca al burro, formaggio e pane

21 matt. Patate con olio e aceto, pane
mezz. Risotto al burro con carne e pane
sera Bistecca all'olio con radicchio, formaggio e pane

22 matt. Patate con olio e aceto, pane
mezz. Risotto al burro con carne e pane
sera Formaggio e pane

Pane e carne gr. 200

Aprile IV.

23 matt. Patate con olio e aceto, pane
mezz. Riso al burro e bistecca al burro, pane
sera Bistecca al burro, formaggio e pane

24 matt. Patate con olio e aceto, pane
mezz. Riso al burro e bistecca al burro, pane.
sera Bistecca al burro, formaggio e pane.

25 matt. Patate con olio e aceto, pane
mezz. Riso al burro e bistecca al burro, pane
sera Bistecca al burro, formaggio e pane

26 matt. Patate con olio e aceto, pane
mezz. Riso al burro e bistecca al burro, pane
sera Bistecca al burro, formaggio e pane

27 matt. Patate con olio e aceto, pane
mezz. Riso al burro e bistecca al burro, pane
Sera Bistecca al burro, formaggio e pane

Questi alimenti furono preparati con le seguenti derrate alimentari di cui diamo la percentuale in Azoto:

Contenuto % in Azoto e Albumina delle derrate alimentari

	Azoto	Albumina (× 6,25)		Azoto	Albumina (× 6,25)
Farina di mais	1,30	8,12	Pane	1,75	10,94
Fagioli	3,55	22,19	Carne	3,31	20,69
Insalata	0,41	2,56	Formaggio	3,30	20,66
Radicchio selv.	0,30	1,87	Maccheroni	1,87	11,77
Spinacci	0,52	3,25	Patate	0,309	1,93
Condimento	0,111	0,69	Riso	1,44	9,00
			Burro	0,12	
			Lardo	0,50	

I cibi furono preparati nella seguente maniera: per fare la polenta 1 kg. di farina di mais veniva gettato nel paiuolo contenente l'acqua già bollente, e questa, rimescolata fino che aveva raggiunto la consistenza pastosa voluta. Gettata la polenta sul tagliere e lasciatala un po' raffreddare, veniva divisa a fette, indicando gli individui la quantità che a seconda del loro appetito desideravano. Tale quantità veniva rapidamente pesata togliendo o aggiungendo alla fetta indicata quel tanto che era necessario per ridurla a 5, 6, 700 gr. esatti. Si preferì tal modo di pesar la polenta, perchè più rapido di quello di pesare esattamente la fetta da loro prescelta. Durante questa distribuzione veniva preso anche un campione di 100 gr. Se la quantità distribuita era troppa per l'individuo, che l'aveva scelta prima, si detraeva da essa verso la fine del pasto 50 o 100 gr., avendo cura di calcolare quanto aveva perso in acqua durante il tempo che avea durato il desinare. Prese tutte queste precauzioni per calcolare esattamente il residuo secco e quindi la farina, consumata da ciascun individuo, crediamo di non aver commesso errore, come facilmente potrebbe accadere in causa del rapido evaporare della polenta calda.

La minestra di fagiuoli, e quella con le verdure venivano preparate condendole con lardo e burro: per conoscere la quantità di azoto in esse contenuta fu determinata la quantità dei singoli ingredienti usati e analizzato l'azoto in essi. La minestra veniva poi divisa in tre parti eguali. In egual modo si precedeva colle minestre di riso e di pasta che vennero condite con burro e carne triturata. Le insalate venivano condite con olio e aceto, e divise in tre parti. Di ogni derrata alimentare furono presi campioni e richiusi in bottiglie a tappo smerigliato: delle verdure veniva preso un campione ad ogni pasto, circa il terzo della quantità consumata, e questi campioni riuniti, triturati, seccati servirono poi per l'analisi. L'azoto fu esaminato col metodo del Kielhdal. La carne fu accuratamente spogliata delle membrane connettivali e ad ogni pasto ne fu preso per campione 100 gr.: egualmente ogni giorno fu preso per campione uno dei pani, di egual peso prima di metterli nel forno. Ecco le tabelle che ci danno la composizione dei cibi mangiati durante tutto l'esperimento.

COMPOSIZIONE DEGLI ALIMENTI

I, II. Alimentazione maidica

Polenta (1) Residuo secco %

10 matt. 29,65	11 matt. 30,53	12 matt. 31,55	13 matt. 32,30	14 matt. 31,65
mezz. 32,12	mezz. 31,2	mezz. 31,35	mezz. 31,75	mezz. 31,60
sera 31,17	sera 32,23	sera 30,95	sera 31,31	sera 32,—
15 matt. 30,85	16 matt. 31,9	17 matt. 30,47	18 matt. 30,5	
mezz. 31,50	mezz. 31,3	mezz. 32,9	mezz. 32,15	
sera 31,2	sera 30,95	sera 31,10	sera 32,3	

(1) Di ogni polenta furono presi 100 gr. come campione: furono essicati, triturati, portati a peso costante e mescolati e servirono alla determinazione dell'azoto. Di dieci polente fu misurato il peso al momento di distribuirla; si computò la farina che contenevano tenendo conto quanta ne va perduta nella crosta che rimane attacata al paiolo, e per la farina fu fatta l'analisi dell'azoto: i due valori concordavano esattamente.

Composizione delle Minestre

Aprile	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fagioli	200	150	100	75	—	—	—	—	—
Lardo	20	20	20	20	20	20	—	—	—
Burro	50	30	30	30	30	30	—	—	—
Sale	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Spinacci	—	—	—	100	300	300	—	—	—
Radicchio selvatico	—	—	—	—	—	—	600	600	600
Olio	—	—	—	—	—	—	50	50	50
Aceto	—	—	—	—	—	—	80	90	85

Insalata Residuo secco (1)

Aprile	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Secco	9,11	9,81	9,20	8,74	10,—	11,40	9,—	9,58	9,50
Azoto	0,39	0,43	0,40	0,38	0,43	0,29	0,39	0,42	0,41

	Radicchio selvatico			Spinacci			
Aprile	16	17	18	13	14	15	18
Secco	11,44	14,19	12,07	13,80	16,49	13,24	15,—
Azoto	0,27	0,34	0,29	0,49	0,59	0,47	0,54 (2)

COMPOSIZIONE DEI CIBI

III e IV. Dieta carnea

Minestre

Aprile	19	20	21	22		23	24	25	26	27
Riso	750	700	700	650	(pasta)	450		300		
Carne	100	100	100	100		—		—		
Burro	200	200	200	200		100		100		
Sale	15	15	15	15		15		15		
Peso	2220	2366	2150	2300		1500				

Insalata di patate

Aprile	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Patate	450	450	675			750			
Olio	60	60	75			75			
Aceto	85	85	90			80			
Sale	5	5	9			9			

Insalata

21 Aprile Cicoria gr. 150 · Olio 75 Sale 8 Aceto 80

Pane (3)

gr. 85,5 l'uno contenente gr. 1,49 di azoto % · 9,31 di albumina.

---

(1) L'azoto fu analizzato nella mescolanza di tutti i campioni: dal residuo secco si computò l'azoto nel fresco e così fu fatto per il radicchio selvatico e gli spinacci.

(2) Il condimento era formato con burro, lardo, olio, salsa di pomodoro e sale.

(3) Fu preso ogni giorno un pane per campione: tutti furono essicati, triturati, mescolati, e dalla mescolanza fu preso il campione per l'analisi.

Facciamo seguire a queste tabelle quelle che ci indicano la quantità dei singoli alimenti ingeriti ogni giorno dagl' individui sottoposti all' esperimento.

I. Cibi introdotti in gr.

Polenta e fagioli

				Pietro		Antonio		Americo	
1°	10 Aprile	Polenta	matt.	400		400		300	
			mezz.	600	1600	600	1600	600	1500
			sera	600		600		600	
		Condim.		110		110		110	
		Minestra		1/3		1/3		1/3	
		Insalata		1/3		1/3		1/3	
2°	11 Aprile	Polenta	matt.	600		600		600	
			mezz.	700	2000	700	2000	700	2000
			sera	700		700		700	
		Condim.		90		90		90	
		Minestra		1/3		1/3		1/3	
		Insalata		1/3		1/3		1/3	
3°	12 Aprile	Polenta	matt.	600		600		600	
			mezz.	700	2000	700	1850	700	2000
			sera	700		550		700	
		Condim.		110		110		110	
		Minestra		1/3		1/3		1/3	
		Insalata		1/3		1/3		1/3	
4°	13 Aprile	Polenta	matt.	600		500		600	
			mezz.	700	1900	500	1450	700	1900
			sera	600		450		600	
		Condim.		110		110		110	
		Minestra		1/3		1/3		1/3	
		Insalata		1/3		1/3		1/3	

II. Cibi introdotti in gr.

Polenta sola

				Pietro		Antonio		Americo	
5°	14 Aprile	Polenta	matt.	600		450		450	
			mezz.	600	1800	450	1350	600	1650
			sera	600		450		600	
		Condim.		110		110		110	
		Minestra		1/3		1/3		1/3	
		Insalata		1/3		1/3		1/3	
6°	15 Aprile	Polenta	matt.	500		500		500	
			mezz.	650	1850	550	1700	600	1800
			sera	700		650		700	
		Condim.		110		110		130	
		Minestra		1/3		1/3		1/3	
		Insalata		1/3		1/3		1/3	

(segue cibi introdotti in gr.)

7°	16 Aprile	Polenta	matt.	550	1900	500	1750	550	1900
			mezz.	650		550		650	
			sera	700		700		700	
		Condim.		130		130		130	
		Minestra		1/3		1/3		1/3	
		Insalata		1/3		1/3		1/3	
8°	17 Aprile	Polenta	matt.	600	2000	550	1750	600	2000
			mezz.	700		600		700	
			sera	700		600		700	
		Condim.		150		150		150	
		Minestra		1/3		1/3		1/3	
		Insalata		1/3		1/3		1/3	
9°	18 Aprile	Polenta	matt.	600	1900	550	1700	600	1900
			mezz.	700		600		700	
			sera	600		550		600	
		Condim.		175		175		175	
		Minestra		1/3		1/3		1/3	
		Insalata		1/3		1/3		1/3	

III. Cibi introdotti in gr.

Carne gr. 100

			Pietro	Antonio	Americo
10°	19 Aprile	Patate	1/3	1/3	1/3
		Risotto	765	790	765
		Carne	75 (con burro 15)	75 (15)	75 (15)
		Formaggio	25	20	25
		Pane	N. 3	N. 2 1/2	N. 3
11°	20 Aprile	Patate	1/3	1/3	1/3
		Risotto	850	758	758
		Carne	75 (con burro 25)	75 (25)	75 (25)
		Formaggio	25	20	25
		Pane	N. 3	N. 2 1/2	N. 3
12°	21 Aprile	Patate	1/3	1/3	1/3
		Risotto	760	695	695
		Carne	75 (con burro 25)	75 (25)	75 (25)
		Formaggio	25	20	25
		Pane	N. 3	N. 2 1/2	N. 3
13°	22 Aprile	Patate	1/3	1/3	1/3
		Risotto	840	750	750
		Carne	75 (con burro 40)	75 (40)	75 (40)
		Formaggio	25	20	25
		Pane	N. 3	N. 3 1/2	N. 3

IV. Cibi introdotti in g.

Carne gr. 200

			Pietro	Antonio	Americo
14°	23 Aprile	Patate	1/3	1/3	1/3
		Minestra (pasta)	500	500	500
		Carne	75 (con burro 33,3)	75 (33,3)	75 (33,3)
		»	100 (» » 33,3)	100 (33,3)	100 (33,3)
		Formaggio	40	40	40
		Pane	N. 3 1/2	N. 3 1/2	N. 3 1/2
15°	24 Aprile	Patate	1/3	1/3	1/3
		Minestra di riso	1/3	1/3	1/3
		Carne	75 (con burro 33,3)	75 (33,3)	75 (33,3)
		»	100 (» » 40)	100 (33,3)	100 (33,3)
		Formaggio	40	40	40
		Pane	N. 4	N. 4	N. 4
15°	25 Aprile	Patate	1/3	1/3	1/3
		Minestra di riso	1/3	1/3	1/3
		Carne	75 (con burro 33,3)	75 (33,3)	75 (33,3)
		»	100 (» » 40)	100 (33,3)	100 (33,3)
		Formaggio	40	40	40
		Pane	N. 4	N. 4	N. 4
16°	27 Aprile	Patate	1/3	1/3	1/3
		Minestra di riso	1/3	1/3	1/3
		Carne	75 (con burro 33,3)	75 (33,3)	75 (33,3)
		»	100 (» » 40)	100 (33,3)	100 (33,3)
		Formaggio	40	40	40
		Pane	N. 4	N. 4	N. 4

Come appare da queste tabelle, la quantità massima di polenta introdotta al giorno fu di gr. 2000 contenente circa 700 gr. di farina di mais: questa quantità non è notevole per l'uomo, ma è più che abbondante per i due ragazzi che pesavano 32-35 kg. ovvero la metà di quanto pesano in media gli adulti. A questa quantità di polenta gl'individui aggiunsero una notevole quantità di grassi contenuti nel condimento e nell'olio che mangiavano con le verdure, oltre il vino. Le derrate alimentari con cui furono composti i cibi furono di prima qualità e i cibi preparati con la massima cura: il condimento con cui fu mangiata la polenta era ricco in grassi, e in aromi, sì da renderla gradevole al palato.

Passiamo ora all'esame dettagliato del bilancio azotato cominciando con le urine.

TABELLA DELLE ORINE

Alimentazione Maidica

I. Polenta e fagioli 10-13 Aprile

II. Polenta sola 14-18 Aprile

Pietro

	Quantità	P. S.	Azoto in gr.		Quantità	P. S.	Azoto in gr.
1°	1695	1014	9,65	4°	1905	1010	7,18
2°	2089	1011	8,30	5°	2375	1010	6,93
3°	2680	1010	7,08	6°	2445	1012	6,33
4°	2160	1011	7,25	7°	2150	1012	7,87
				9°	1705	1012	6,85

Antonio

1°	945	1017	5,26	5°	1400	1012	4,24
2°	1790	1014	5,57	6°	1590	1014	5,21
3°	2310	1012	5,60	7°	1860	1013	4,92
4°	1470	1013	4,57	8°	1940	1012	4,91
				9°	1680	1014	4,81

Americo

1°	970	1015	6,52	5°	1500	1013	4,96
2°	1675	1014	7,01	6°	1930	1010	5,21
3°	2000	1013	6,39	7°	2050	1012	5,98
4°	1900	1012	5,91	8°	2170	1010	5,79
				9°	2050	1012	5,47

Medie

	I.	II.
Pietro	8,070	7,032
Antonio	5,250	4,818
Americo	6,457	5,529

TABELLA DELLE ORINE

Alimentazione Carnea

III. Carne gr. 100, 19-22 Aprile

IV. Carne gr 200, 23,27 Aprile

Pietro

	Quantità	P. S.	Azoto in gr.		Quantità	P. S.	Azoto in gr.
10°	1700	1011	6,65	14°	1750	1011	9,11
11°	1100	1016	7,90	15°	1585	1011	9,34
12°	1620	1010	7,98	16°	1465	1012	9,60
13°	1375	1009	7,68	17°	1450	1013	9,54
				18°	1635	1011	9,86

(segue alimentazione maidica)

Antonio

10°	1150	1012	5,41	14°	1045	1017	9,18
11°	725	1020	6,43	15°	820	1023	11,31
12°	1125	1015	6,78	16°	715	1024	11,24
13°	1300	1013	7,84	17°	1500	1014	11,60
				18°	1295	1015	11,19

Americo

10°	1185	1013	6,66	14°	1135	1017	9,94
11°	1185	1014	8,06	15°	940	1021	10,40
12°	1200	1016	7,40	16°	935	1021	10,53
13°	1390	1011	6,81	17°	1050	1020	11,59
				18°	1130	1016	11,20

Medie

	III.	IV
Pietro	7,552	9,490
Antonio	6,615	10,905
Americo	7,232	10,710

Come si vede dalla tabella, la quantità di orina emessa durante l'alimentazione maidica fu di molto maggiore di quella emessa colla dieta carnea, la qual cosa non è dovuta solamente alla maggior quantità di sali introdotti coll'alimentazione maidica, perchè anche il peso specifico si fa più elevato colla dieta carnea, diventando così l'orina più concentrata.

Ecco ora la tabella che ci fornisce la composizione delle feci:

TABELLA DELLA FECI in gr.

Pro die

Pietro

		Peso fresco	Azoto	% delle perdite sull'introdotto
1°	Polenta e fagioli	510,1	3,53	32,68
2°	Polenta	510,1	3,53	32,68
3°	Con 100 gr. di carne	—	2.89	21,74
4°	» 200 » »	204,6	3,21	20,29

Antonio

1°	Polenta e fagioli	328,5	3,30	32,71
2°	Polenta	328,5	3,30	37,21
3°	Con 100 gr. di carne	—	1,97	16,20
4°	» 200 » »	201,6	2,51	15,86

Americo

1°	Polenta e fagioli	530,3	3,42	34,21
2°	Polenta	530,3	3,42	34,21
3°	Con 100 gr. di carne	—	2,13	16,51
4°	» 200 » »	176,2	2,22	14,03

L'azoto perduto colle feci si ridusse colla dieta carnea in modo assoluto e in rapporto all'azoto introdotto. Diminuì anche il volume delle feci, in ispecial modo per

due dei soggetti, fino a giungere al di sotto della metà. Antonio avea già nella alimentazione maidica una composizione e una quantità di feci più vicina al normale che gli altri, perciò i miglioramenti in lui furono minori; negli altri invece il volume si ridusse a meno della metà come pure le perdite percentuali in azoto. Questi miglioramenti sarebbero stati anche più notevoli se l'alimentazione carnea fosse stata continuata più a lungo di nove giorni come si fece negli esperimenti surriferiti dove le perdite di azoto per le feci si ridussero a circa 1 gr., ovverosia a quella quantità che si riscontra normalmente negli individui sani a dieta carnea mista. È necessario infatti un certo tempo affinchè l'intestino, tanto più trattandosi di soggetti pellagrosi, possa rinvigorirsi e rinforzare i suoi poteri secretori e digerenti, come pure è necessario un certo tempo perchè l'intestino adatti le sue secrezioni ad un nuovo regime alimentare.

Ecco ora le tabelle particolareggiate dei singoli bilanci azotati giornalieri di ogni individuo, cominciando da Pietro.

Bilancio azotato in grammi

Pietro

Azoto:	introdotto	nelle feci	assimilato	urinario	differenza
		Polenta e fagiuoli			
1° 10 Aprile	10, 189	3, 53	6, 659	9, 66	— 3, 001
2° 11 »	11, 583	3, 53	8, 053	8, 30	— 0, 247
3° 12 »	10, 954	3, 53	7, 424	7, 08	+ 0, 344
4° 13 »	10, 480	3, 53	6, 95	7, 25	— 0, 30
Medie	10, 801	3, 53	7, 271	8, 072	— 0, 802
		Polenta sola			
5° 14 »	9, 558	3, 53	6, 028	7, 18	— 1, 152
6° 15 »	9, 629	3, 53	6, 099	6, 93	— 0, 831
7° 16 »	10, 949	3, 53	7, 419	6, 33	+ 1, 089
8° 17 »	10, 579	3, 53	7, 049	7, 87	— 0, 821
9° 18 »	10, 336	3, 53	6, 806	6, 85	— 0, 044
Medie	10, 210	3, 53	6, 680	7, 032	— 0, 352
		Carne gr. 100			
10° 19 »	13, 203	2, 89	10, 313	6, 65	+ 3, 663
11° 20 »	13, 167	2, 89	10, 277	7, 90	+ 2, 377
12° 21 »	13, 488	2, 89	10, 598	7, 98	+ 2, 618
13° 22 »	13, 312	2, 89	10, 422	7, 68	+ 2, 742
Medie	13, 291	2, 89	10, 401	7, 552	+ 2, 849
		Carne gr. 200			
14° 23 »	16, 024	3, 21	12, 814	9, 11	+ 3, 704
15° 24 »	15, 774	3, 21	12, 564	9, 34	+ 3, 224
16° 25 »	15, 774	3, 21	12, 564	9, 60	+ 2, 964
17° 26 »	15, 774	3, 21	12, 564	9, 54	+ 3, 024
18° 27 »	15, 774	3, 21	12, 564	9, 86	+ 2, 704
Medie	15, 824	3, 21	12, 614	9, 490	+ 3, 124

Come si vede da questa tabella, Pietro perdette nel primo giorno 3 gr. di azoto: ciò si deve al fatto che l'alimentazione sua nei giorni precedenti fu molto più abbon-

dante in azoto, specialmente per la presenza di una quantità maggiore di fagiuoli, di cui si cibava abitualmente. Ma al terzo giorno già egli aveva equilibrato il suo bilancio. La perdita di azoto del primo giorno rende apparentemente molto più grande la perdita *pro die* di azoto del primo periodo con polenta e fagiuoli, poichè l'azoto perduto in questo primo giorno si deve al residuo di alimenti che ancora restavano nell'intestino, presi nei giorni precedenti in cui più ricca era la dieta in azoto. Nel secondo periodo la perdita media è circa di $^1/_3$ di gr. e corrisponde secondo noi alla insufficienza alimentare di mais per questo individuo: nel settimo giorno, avendo invitato l'individuo a mangiare la quantità maggiore di polenta che gli fosse possibile, egli ne introdusse di più e a questa maggior introduzione di azoto è dovuto il bilancio positivo di 1 gr. circa, che si osserva per detto giorno. Però subito l'organismo perdette questo vantaggio passeggero, ritornando di nuovo alla perdita di prima. Al contrario con la carne il bilancio azotato si fece subito fortemente positivo: si ha una ritensione di azoto da parte dell'organismo che ne è avido e tale ritensione permane, diminuendo solo di poco nei giorni successivi.

Si nota anche qui che il miglioramento del bilancio fu ottenuto subito con soli 100 gr. di carne nè aumentò di molto con 200 gr.

Bilancio azotato in grammi

Antonio

Azoto:		introdotto	nelle feci	assimilato	urinario	differenza
			Polenta e fagiuoli			
1° 10	Aprile	10, 189	3, 30	6, 889	5, 26	+ 1, 629
2° 11	»	11, 583	3, 30	8, 283	5, 57	+ 2, 713
3° 12	»	10, 253	3, 30	6, 953	5, 60	+ 1, 353
4° 13	»	8, 334	3, 30	5, 034	4, 75	+ 0, 284
Medie		10, 090	3, 30	6, 790	5, 250	+ 1, 540
			Polenta sola			
5° 14	»	7, 401	3, 30	4, 101	4, 24	— 0, 139
6° 15	»	8, 937	3, 30	5, 637	5, 21	+ 0, 427
7° 16	»	9, 235	3, 30	5, 935	4, 92	+ 1, 015
8° 17	»	9, 396	3, 30	6, 096	4, 91	+ 1, 186
9° 18	»	9, 378	3, 30	6, 078	4, 81	+ 1, 268
Medie		8, 869	3, 30	5, 569	4, 818	+ 0, 751
			Carne gr. 100			
10° 19	»	11, 808	1, 97	9, 838	5, 41	+ 4, 428
11° 20	»	12, 892	1, 97	10, 922	6, 43	+ 4, 492
12° 21	»	12, 166	1, 97	10, 196	6, 78	+ 3, 416
13° 22	»	11, 784	1, 97	10, 814	7, 84	+ 2, 974
Medie		12, 162	1, 97	10, 192	6, 615	+ 3, 577

Carne gr. 200

14°	23 Aprile	16,024	2,51	13,514	9,18	+ 4,334
15°	24 »	15,774	2,51	13,264	11,31	+ 1,954
16°	25 »	15,774	2,51	13,264	11,24	+ 2,024
17°	26 »	15,774	2,51	13,264	11,60	+ 1,664
18°	27 »	15,774	2,51	13,264	11,19	+ 2,074
Medie		15,824	2,51	13,314	10,905	+ 2,409

In Antonio, il bilancio azotato fu positivo durante tutto l'esperimento e ciò concorda col fatto che era un ragazzo nel periodo intenso della crescita e quindi del guadagno in azoto da parte dell'organismo. Colla dieta maidica questo guadagno fu circa di 1 gr. al giorno: colla polenta e i fagiuoli, esso appare in media un poco più elevato, ma ciò è dovuto al fatto che Antonio era un parco mangiatore prima dell'esperimento, e quindi la polenta che gli fu data dal primo giorno era in quantità maggiore di quella che ordinariamente egli soleva ingerire: di qui il guadagno che si osserva nei primi giorni e che influenza la media del primo periodo d'esperienza. Ma al quarto giorno egli dovette diminuire la razione di polenta, perchè ne sentiva quasi nausea; e a questa diminuzione, che continuò per altri due giorni, corrisponde anche una diminuzione dei guadagni di azoto tale che al quinto giorno il bilancio si fece perfino negativo; ma avendo egli ripreso al settimo giorno a mangiare maggiore quantità di polenta ritornò anche il guadagno in azoto che fu circa di 1 gr. al giorno.

Coll'ingestione della carne il guadagno fu subito grandissimo, tale da superare i 4 gr. e si mantenne sempre forte. Per Antonio il guadagno di azoto da parte dell'organismo era più facile che per gli altri perchè migliori erano le sue condizioni intestinali. Nè si deve attribuire il guadagno di azoto avuto colla carne all'aumentata introduzione di esso con questa dieta, perchè questo guadagno fu persistente nè molto si modificò per la nuova ingestione di altri 100 gr. di carne. Come si vede il suo organismo tende a immagazzinare colla dieta carnea una quantità di circa 2 gr. di azoto, cioè doppia di quella che si aveva coll'alimentazione maidica.

Bilancio azotato in grammi

Americo

Azoto:	introdotto	nelle feci	assimilato	urinario	differenza
		Polenta e fagiuoli			
1° 10 Aprile	9,558	3,42	6,138	6,52	— 0,382
2° 11 »	11,583	3,42	8,163	7,01	+ 1,153
3° 12 »	10,954	3,42	7,534	6,39	+ 1,144
4° 13 »	10,480	3,42	7,060	5,91	+ 1,150
Medie	10,644	3,42	7,224	6,457	+ 0,767
		Polenta sola			
5° 14 »	8,774	3,42	5,354	4,96	+ 0,394
6° 15 »	9,351	3,42	5,931	5,42	+ 0,511
7° 16 »	10,949	3,42	7,529	5,98	+ 1,549
8° 17 »	10,579	3,42	7,159	5,79	+ 1,369
9° 18 »	10,336	3,42	6,916	5,47	+ 1,446
Medie	9,998	3,42	6,578	5,529	+ 1,049

			Carne gr. 100			
10	19 Aprile	13, 203	2, 13	11, 073	6, 66	+ 4, 413
11°	20 »	12, 637	2, 13	10, 507	8, 06	+ 2, 447
12°	21 »	13, 076	2, 13	10, 946	7, 40	+ 3, 546
13°	22 »	12, 694	2, 13	10, 564	6, 81	+ 3, 754
Medie		12, 902	2, 13	10, 772	7, 232	+ 3, 340
			Carne gr. 200			
14°	23 »	16, 024	2, 22	13, 804	9, 97	+ 3, 834
15°	24 »	15, 774	2, 22	13, 554	10, 40	+ 3, 154
16°	25 »	15, 774	2, 22	13, 554	10, 53	+ 3, 024
17°	26 »	15, 774	2, 22	13, 554	11, 39	+ 2, 164
18°	27 »	15, 774	2, 22	13, 554	11, 26	+ 2, 294
Medie		15, 824	2, 22	13, 604	10, 710	+ 2, 894

In Americo si ebbe nel primo giorno una perdita di azoto come in Pietro: egli era molto avido di cibo, quasi affetto da bulimia, come si nota in certi pellagrosi: ciò spiega la perdita nel primo giorno avendo egli introdotto in questo una quantità di azoto minore che nei giorni precedenti in cui si cibava abbondantemente di fagiuoli. Però l'organismo si rimise subito in equilibrio e in guadagno di azoto, guadagno che fu durante l'alimentazione maidica un po' maggiore di 1 gr. Anche in Americo come in Antonio si osserva il diminuire del guadagno di azoto, nel 4°, 5° e 6° giorno, dovuto anche per lui alla diminuita introduzione di cibo causata da nausea. Coll'uso della carne si ha subito forte guadagno di azoto, maggiore in questi giovanetti che nell'individuo adulto, e che permane diminuendo di poco nei giorni appresso e tendendo a raggiungere un livello superiore ai 2 gr. La perfetta corrispondenza nel comportamento del bilancio azotato giornaliero nei due ragazzi in rapporto alle modificazioni nell'introduzione dell'azoto comprova che il ricambio è stato condotto con ogni precauzione necessaria ad ottenere buoni risultati e che gl'individui si attennero alle prescrizioni fatte. Diamo ora riunito in una sola tabella il bilancio azotato di tutti e tre gli individui.

RICAMBIO DELL'AZOTO IN GRAMMI

			Pietro			
	Azoto:	introdotto	perduto colle feci	assimilato	urinario	differenza
1°	Polenta e fagioli	10, 801	3, 53	7, 271	8, 072	— 0, 802
2°	Polenta sola	10, 210	3, 53	6, 680	7, 052	— 0, 352
3°	100 gr. di carne	13, 291	2, 89	10, 401	7, 552	+ 2, 849
4°	200 gr. di carne	15, 824	3, 21	12, 614	9, 490	+ 3, 124
			Antonio			
1°	Polenta e fagioli	10, 090	3, 30	6, 790	5, 250	+ 1, 540
2°	Polenta sola	8, 869	3, 30	5, 569	4, 818	+ 0, 751
3°	100 gr. di carne	12, 162	1, 97	10, 192	6, 615	+ 3, 577
4°	200 gr. di carne	15, 824	2, 51	13, 314	10, 905	+ 2, 409

Americo

1°	Polenta e fagioli	10, 644	3, 42	7, 224	6, 457	+ 0, 767
2°	Polenta sola	9, 998	3, 42	6, 578	5, 529	+ 1, 049
3°	100 gr. di carne	12, 912	2, 13	10, 772	7, 232	+ 3, 340
4°	200 gr. di carne	15, 824	2, 22	13, 604	10, 710	+ 2, 894

Peso corporeo

			Pietro	Antonio	Americo
	10 Aprile		66, 9	34, 4	31, 5
			1° Polenta e fagioli		
1°	11	»	66, 7	35, 5	32, 6
2°	12	»	67, 4	36, 0	32, 5
3°	13	»	66, 8	34, 8	32, 3
4°	14	»	66, 6	34, 9	32, 4
			2° Polenta sola		
5°	15	»	67, 05	34, 65	32, 3
6°	16	»	66, 7	34, 9	32, 6
7°	17	»	66, 3	35, 2	32, 5
8°	18	»	66, 0	35, 2	32, 7
9°	19	»	66, 2	34, 8	32, 8
			3° Carne gr. 100		
10°	20	»	65, 5	34, 5	32, 6
11°	21	»	65, 9	35, 3	33, 3
12°	22	»	65, 4	34, 8	33, 0
13°	23	»	66, 4	35, 5	33, 4
			4° Carne gr. 200		
14°	24	»	66, 3	35, 5	33, 2
15°	25	»	66, 6	35, 8	33, 5
16°	26	»	66, 4	35, 1	33, 5
17°	27	»	66, 1	35, 9	33, 6
18°	28	»	66, 4	36, 2	33, 7

Differenze

Dieta maidica	— 0, 5	— 0, 8	+ 0, 2
Dieta carnea	+ 0, 9	+ 1, 7	+ 1, 1

I dati sul peso corporeo corrispondono esattamente con quelli del ricambio azotato. In Pietro, adulto, il peso corporeo alla fine dell'esperienza è pressochè lo stesso che

al principio. Tuttavia osservando come al passaggio dalla dieta maidica alla dieta carnea egli sia diminuito di peso improvvisamente di circa $^1/_2$ chilo, diminuzione dovuta in parte al fatto che colla dieta maidica l'intestino è sempre pieno di alimenti e di feci, mentre nei carnivori alla mattina a digiuno si trova generalmente vuoto, si può ritenere che durante il primo periodo col mais perdette di peso, mentre guadagnò nel secondo periodo colla dieta carnea. Nei ragazzi non vi fu aumento di peso colla dieta maidica: al còntrario colla dieta carnea vi fu un progressivo e costante aumento del peso corporeo. La improvvisa diminuzione di peso osservata in tutti tre gli individui quando passarono dalla dieta maidica alla dieta carnea, si può attribuire anche alla diminuzione d'acqua da parte dei liquidi circolanti e dei tessuti corporei, come pure il passaggio e il rapido aumento di peso che si osserva nei ragazzi al cominciar dell'esperimento devesi attribuire alla medesima causa per la maggior quantità di polenta che essi introdussero più dell'usato. Infatti nei primi giorni dell'esperimento eliminarono una quantità di orina minore che nei giorni successivi, indizio a nostro credere che parte dell'acqua ingerita colla polenta veniva ritenuta dal loro corpo.

Riassumendo, colla dieta vegetale maidica si ebbe nell'adulto una perdita di azoto da parte dell'organismo, mentre, colla dieta carnea si ebbe un forte guadagno. Nei ragazzi si ebbe colla dieta carnea un guadagno di azoto molto maggiore che con la dieta maidica e accompagnato da un corrispondente aumento del peso corporeo. Al guadagno di azoto ottenuto col mais, al quale non corrisponde l'aumento del peso del corpo, si deve dare un valore relativo dopo che le esperienze del Abderhalden e del Gräfe hanno dimostrato che la somministrazione di sali ammoniacali ed anche di urea con dieta ricca di idrati di carbonio produce nei cani notevole ritensione di azoto ed anche transitorio equilibrio nel ricambio azotato.

In tutti i soggetti d'esperimento si ebbe con la carne un notevole miglioramento dei processi digestivi, con maggiore assimilazione delle sostanze proteiche da parte dell'intestino; miglioramento che fu molto maggiore nei ragazzi che nell'adulto.

I risultati di queste nostre ultime ricerche confermano quelli delle precedenti i quali dimostravano l'insufficienza plastica dell'alimentazione maidica in confronto alla alimentazione carnea. Questa insufficienza si manifesta in rapporto al bilancio azotato in modo non assoluto, ma relativo e dipende da un complesso di fattori in parte determinati dalle ricerche degli altri e nostre, in parte ancora indeterminati, ai quali crediamo opportuno accennare brevemente.

La farina di mais, preparata specialmente sotto forma di polenta, forma un cibo voluminoso e privo di quei principî che stimolano l'appetito e la secrezione dei succhi digestivi. Di qui la difficoltà grande nelle persone che non sono abituate da lungo tempo a questo cibo, d'introdurne una quantità sufficiente ai bisogni del proprio organismo. Il Malfatti mangiando la polenta in piccole porzioni durante tutta la giornata non riuscì a coprire il bisogno del suo ricambio azotato, nemmeno unendola al burro e al formaggio. Coloro che la necessità economica costringe a nutrirsi quasi esclusivamente di mais, riescono a introdurne una quantità sufficiente, specialmente in rap-

porto ai loro bisogni termodinamogeni, mediante un lento adattamento anatomico e funzionale di tutto il tubo gastro-enterico, adattamento che a lungo andare non è privo di gravi inconvenienti. Il loro stomaco si dilata, l'intestino si dilata esso pure e si allunga: così essi possono introdurre ed elaborare una quantità notevolissima di cibo. Ma è così poca la sapidità della dieta maidica che i contadini dell'Abruzzo, come si ebbe a riscontrare coi bilanci, volontariamente riducono lo stesso, in special modo durante l'inverno, il loro cibo a quella quantità appena sufficiente a coprire i bisogni del loro bilancio giornaliero. Ne segue quindi che, quasi automaticamente, data la grande quantità di carbonio contenuta nel mais in confronto dell'azoto, la dieta di questi contadini venga ad essere fra le più povere di azoto che si conoscano.

Essendo le proteine del mais avvolte dalla cellulosa parte di esse sfugge alla elaborazione dei succhi digestivi, e va perduta colle feci: di qui la percentuale enorme nelle perdite di azoto che abbiamo riscontrato nelle feci colle nostre esperienze e che contribuiscono a ridurre sempre più l'azoto veramente utilizzato dall'organismo.

Il bisogno di una laboriosa digestione, la grande massa del cibo fanno sì che i poteri motorii dell'intestino dilatato a poco a poco ne soffrono, donde un rallentamento nella digestione. Abbiamo osservato nei contadini dell'Abruzzo che i residui dei loro alimenti, pur comparendo nelle feci dopo poco tempo dalla loro ingestione, continuarono per due o tre giorni ad essere espulsi, mantenendo così l'apparato digerente sempre in lavoro. Si comprende quindi facilmente come l'apparato digerente di questi individui sottoposto quasi dalla nascita a tale eccessivo e continuo lavoro, si logori e si atrofizzi: così nei contadini sono comuni le malattie del tubo gastro-enterico, tanto le catarrali come quelle nervose, che intimamente sono connesse coi visceri, cioè le ipocondriache. A tale logorio e atrofia segue una diminuzione nella quantità e un'alterazione nella natura delle secrezioni, le quali sono, come dicemmo già, poco stimolate per la insipidità del cibo.

Questo rallentamento della digestione porta che i cibi permangono più a lungo in contatto colla flora intestinale: di qui più facile la putrefazione delle proteine maidiche, che fu riscontrata infatti abbondante dallo Scheunert e dal Grimmer neica valli nutriti con mais e che noi per esperienza possiamo affermare per l'uomo. Con essa va distrutta parte dell'albumina e particolarmente alcuni dei nuclei costitutivi di essa, fra i quali specialmente alterabile è il triptofane, che uscendo per le orine, sotto forma di solfoetere coniugato, viene così sottratto al ricambio attivo cellulare dell'organismo.

La scarsa introduzione, le forti perdite con le feci, l'esuberanza dei processi putrefattivi sono tutti fattori che tendono a rendere scarsa l'albumina veramente utilizzata dal corpo con la dieta maidica. Ma più di tutti questi fattori, noi crediamo abbia importanza a rendere l'alimentazione maidica inadatta all'uomo e a molti animali, la costituzione chimica delle proteine del mais. L'analisi chimica ha dimostrato che le albumine vegetali, e in special modo la zeina si differenziano moltissimo nei loro pro-

dotti costitutivi dalle albumine animali. Il Michaud (1) in base a ricerche speciali sul ricambio venne alla conclusione che il minimo dell'albumina è tanto più sufficiente quanto più l'albumina è della stessa natura del corpo, mentre ci allontaniamo tanto più dal minimo quanto più si dà albumina di differente costituzione, ciò che fu confermato dalle precedenti esperienze fatte in questo laboratorio sull'influenza delle proteine animali nei vegetariani. Seguendo lo stesso concetto il Thomas (2), allievo di Rubner, ha determinato per qualche giorno sopra sè stesso prima la quantità di azoto perduta dal suo organismo introducendo una dieta molto ricca in grassi e carboidrati ma priva assolutamente di sostanze azotate, poi ha cercato di bilanciare questa perdita colla quantità minima di proteine fornite da varî alimenti. Ed ha trovato che mentre colla carne e col latte basta introdurre una quantità di azoto eguale a quella perduta dall'organismo a digiuno di proteine, bisogna invece introdurre una quantità molto maggiore di albumine vegetali per rimettere l'organismo in bilancio, e che di tutte le proteine vegetali le meno plastiche sono quelle del mais. Vogliamo riportare un quadro in cui l'autore riproduce il valore biologico dei varî alimenti, da cui risulta, in seguito alle sue personali esperienze, quante parti dell'azoto del corpo possono essere sostituite da 100 parti d'azoto fornito dai varî alimenti, per cui si può ritenere che questi dati ci diano comparativamente il valore plastico, istogenetico, dei singoli alimenti, il potere che essi hanno di riparare alla continua usura a cui va incontro giornalmente l'organismo per l'esplicazione delle sue funzioni vitali.

Valore biologico dei varî alimenti:

Carne di bue	104, 74	Granchi	79, 15
Latte	99, 71	Patate	78, 89
Nutrose	69, 02	Ciliege	78, 57
Caseina (digerita)	70, 14	Spinacci	63, 83
Pesce	94, 46	Piselli	55, 73
Riso	88, 32	Farina di frumento	39, 56
Cavolifiori	83, 88	Farina di mais	29, 52

Queste ricerche di Thomas e di Michaud hanno tanto maggiore importanza in quanto tolgono definitivamente una delle obiezioni più ripetute contro la teoria del Lussana che considerava il mais come alimento aplastico per deficienza di azoto, perchè alcune popolazioni si cibano quasi esclusivamente di riso e di patate, alimenti più poveri del mais di azoto, e non soffrono di pellagra. Non è la quantità assoluta di azoto che determina il potere plastico di un cibo, bensì la natura delle sue proteine e la presenza in esse di tutti quei componenti alimentari (amminoacidi) che l'espe-

---

(1) L. Michaud. Beiträge zur Kenntnis des phys. Eiweissminimum. Zeits. f. phys. Chemie 1909, Bd. 59, S. 405.

(2) Thomas. Ueber die biologische Wertigheit der Stickstoffsubstanzen in verschiedenen Nahrsugsmitteln. Beiträge zur Frage nach dem physiol. Stickstoffminimum. Archiv. f. Anat. u. Phys. 1900, S. 219.

rienza fisiologica ha dimostrato necessarie alla vita e allo sviluppo degli organismi. Non si tratta quindi nella alimentazione maidica di una *deficienza assoluta di azoto*, ma bensì di una *deficienza relativa* dei composti azotati che entrano nella costituzione delle albumine animali.

Infatti le numerosissime e capitali ricerche dell'Abderhalden e dei suoi allievi hanno fatto degli amminoacidi, cioè dei componenti cristallini che variamente riuniti formano tutte le proteine finora conosciute, il fondamento e il centro di ogni ricerca sopra il ricambio e sopra il valore nutritivo delle sostanze proteiche: quindi dallo studio del comportamento e del ricambio parziale di ognuno di essi, deve partire d'ora innanzi lo studio sopra l'importanza biologica di ogni singola proteina.

L'organismo animale utilizza per ricostruire le proprie albumine gli amminoacidi che provengono dalla digestione degli alimenti proteici, e questi amminoacidi per un processo sintetico-biologico inverso a quello digestivo vengono a formare i nuclei costitutivi delle proteine dell'organismo. Ora siccome ogni proteina, pur contenendo tutti o quasi tutti gli amminoacidi ha una speciale composizione percentuale per ogni amminoacido, ad es. l'acido glutaminico nell'ovoalbumina è contenuto per l'8-9 %, nella carne per il 10,5 %, nella gliadina per il 36-37 %, ne risulta che diversa è la quantità di albumina alimentare che occorre all'organismo per mantenere il suo bilancio azotato, a seconda che l'albumina alimentare di cui si tratta è più o meno simile per la sua percentuale composizione in amminoacidi alle proteine costituenti quel dato organismo. Infatti non è la quantità bruta di azoto albuminoideo che conta per il bilancio ma la quantità di ciascun amminoacido. Per ciò avviene che in una data alimentazione alcuni amminoacidi scarseggino, o manchino (la zeina manca del triptofano, la gliadina manca di lisina), e altri sovrabbondino per i bisogni dell'organismo: il di più di questi ultimi è allora inutile per l'istogenesi, va bruciato o trasformato, e per sopperire alla deficienza o alla mancanza degli altri bisogna aumentare o modificare la razione albuminoidea. L'importanza di questi fatti per l'igiene alimentare e l'eziologia della pellagra è evidente e capitale.

A questi concetti si conformano le ricerche del Willcock e del Hopkins (1), i quali hanno nutrito i topi aggiungendo alla zeina il triptofane, ossia quell'amminoacido che manca nella zeina, senza però venire a risultati veramente concludenti in quanto non poterono impedire la morte degli animali per progressiva denutrizione, e solo prolungarono la vita di essi in confronto di quelli nutriti con sola zeina. Le cognizioni sopra il ricambio degli amminoacidi e sopra la importanza loro per la nutrizione e la funzione dei singoli tessuti e dei singoli organi, sono troppo poco avanzate per poterci permettere alcuna sicura induzione sopra l'insufficienza alimentare del mais. Certo è che alcuni amminoacidi sono necessari per la vita degli organismi superiori,

---

(1) E. G. Willcock et F. G. Hopkins. The importance of individual amino-acids in metabolism. Observ. on the effect of adding Tritophane to a Dietary in whic zein is the sole nitrogenous costituent. Journal of Phys. Vol. 35, pag. 88. 1906.

e fra questi v'ha il triptofane, nè possono essere prodotti dall'organismo stesso per decomposizione e sintesi degli altri principî azotati. Solo la ricerca sistematica dell'influenza dei singoli amminoacidi, delle sostanze fosforate e forse anche di altri prodotti, come i lipoidi, intimamente legati nel protoplasma cellulare colle sostanze albuminoidi potrà condurci a risolvere il problema per cui le albumine del mais sono aplastiche e a lungo andare conducono ad alterazione e degenerazione dei sistemi più importanti per la vita degli organismi, come l'apparato digerente e il nervoso. Poichè a nostro credere il ricambio parziale dei singoli tessuti ed organi deve essere profondamente diverso e richiedere ai suoi bisogni l'energia specifica di determinati gruppi molecolari nutritivi differenti pei singoli organi, di fermenti, di attivatori, di catalizzatori necessari al normale svolgersi del metabolismo. L'importanza infatti che possono avere lievi modificazioni, apparentemente insignificanti, nei principii costitutivi degli alimenti per la produzione di malattie speciali viene dimostrata dall'esperienza, ora ben confermata da Hart (1), che l'uso continuato di latte condensato produce lo scorbuto nei lattanti. La pellagra senza mais è stata più volte osservata, ed anche di recente da Kleiminger in alienati ricoverati nel manicomio da uno, o più anni, quale conseguenza di una dieta disadatta e deficiente; e Schüfner attribuisce forme lievi di beri-beri senza riso ad una alimentazione disadatta e unilaterale. E verso questa direzione volgono ora le nostre ricerche, che saranno oggetto di ulteriori comunicazioni.

Basandosi sopra questi concetti il Funk ha potuto, con esperimenti confermati da altri autori, dimostrare che il Beri-Beri è dovuto alla alimentazione esclusiva di riso decorticato e più specialmente alla deficienza in esso di un determinato gruppo molecolare azotato a cui egli ha dato il nome di Vitamina. Egli ha potuto riprodurre negli animali i sintomi più caratteristici di questa malattia, e le sue idee sono state accolte dall'ultimo Congresso di Medicina tenuto a Londra.

Ciò che per ora ci importa è di affermare che il nucleo della teoria del Lussana seniore, sorta per l'intuito biologico e clinico di questo fisiologo, che indicava come genesi della pellagra la insufficienza alimentare del mais nel senso che è privo di sostanze plastiche azotate, insufficienza resa più grave dell'intensa putrefazione intestinale o da congenita debolezza degli organismi non adatti alla ricostruzione dell'albumina vivente, riceve per le nuove ricerche sopra l'intima composizione chimica delle proteine, un valore del tutto nuovo e rimane a nostro parere ancora la via più sicura per condurre alla conoscenza della pellagra considerata come malattia costituzionale; non solo, ma è quella, che fra il naufragare di tante nuove dottrine etiologiche della pellagra, sì acutamente vagliate dal Pisenti, ci dà ragione del fatto riconosciuto concordemente dai più insigni pellagrologi, cioè, che il buon vitto, e precisando meglio l'aggiunta di una quantità relativamente piccola di albumine animali (100 grammi), sia l'unico mezzo per guarire e forse far sparire completamente la pellagra.

---

(1) C. Hart. Der Scorbut der Kleinen Kinder (Moeller Barlow'sche Krankheit) nach experimentellen Untersuchungen. Jahrb. f. Kinderheilk. Bd. 76, S. 507.

DETERMINAZIONE
DELL'ANIDRIDE CARBONICA NEI CARBONATI DECOMPOSTI
DALLE SOLUZIONI DI CLORURO DI AMMONIO

NOTA

DEL

Prof. ALFREDO CAVAZZI

(letta nell'Adunanza del 3 Maggio 1914).

Nei metodi generalmente seguiti per determinare la quantità di anidride carbonica esistente nei carbonati, questa viene da prima svincolata e separata dalle basi con cui è chimicamente combinata, sia per azione del calore, sia per azione degli acidi.

Non è a mia notizia che i chimici abbiano pensato di giungere a questa separazione, applicando un fatto essenzialmente noto, almeno per alcuni carbonati. Si sa, ad esempio, che un po' di carbonato di calcio, in polvere finissima, qualunque sia la sua origine, a contatto di una soluzione bollente di cloruro di ammonio a poco a poco è decomposto e disciolto. Nel qual fenomeno il carbonato si cambia in cloruro solubilissimo e tutta l'anidride carbonica si svolge in forma di carbonato ammonico.

Similmente si comportano in soluzione bollente di cloruro di ammonio i carbonati di *Ba*, *Sr*, *Mg*, *Zn*, *Pb*, *Cd*, *Bi*, *Cu*, *Li* e, non occorrerebbe dirlo, i carbonati solubili di *K* e *Na*, come quelli che contengono le basi ad un tempo più solubili e più energiche. I carbonati di *Bi* e di *Cu* non danno, come gli altri qui menzionati, soluzioni finali limpide per cause che saranno dette più opportunamente, allorchè si parlerà in particolare del saggio di questi due composti.

Ben accertata che sia questa facile e completa trasformazione di un carbonato, non poteva esservi difficoltà di condurre i vapori di carbonato di ammonio, svolgentisi da un liquido bollente, in una soluzione ammoniacale di $BaCl_2$ o di $CaCl_2$, e di determinare l'anidride carbonica in forma di $BaCO_3$ o di $CaCO_3$. E vale il pregio di rilevare che la presenza in un carbonato delle materie organiche non modifica gli effetti della soluzione di cloruro di ammonio, per quanto almeno riguarda il passaggio dell'anidride a carbonato di ammonio, e sono evitati in pari tempo gl'inconvenienti non lievi di alcune impurità (H_2S — SO_2...) che talvolta contiene l'anidride carbonica che per azione degli acidi si svincola da certe mescolanze più o meno complesse, fra le quali ricorderò in particolare i cementi.

Per assorbire l'anidride carbonica libera e determinarla in forma di un carbonato

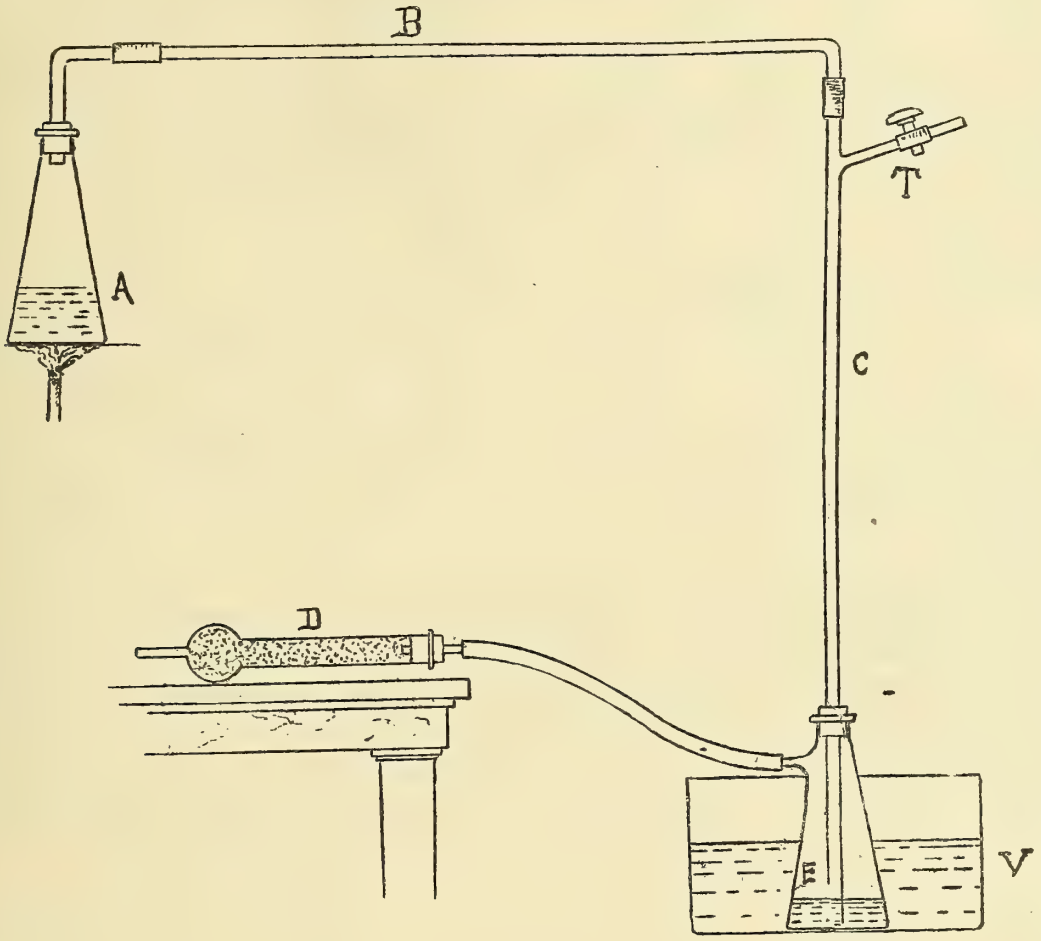
insolubile, gli autori consigliano quasi sempre la soluzione ammoniacale di cloruro di bario, e credo che sarebbero dello stesso parere rispetto ai vapori di carbonato ammonico. Ma, secondo le mie ricerche, i risultati migliori sono forniti dalle soluzioni ammoniacali dei sali di calcio, e in particolare del nitrato e del cloruro. E ciò ha la sua ragione in due fatti principali che sono: la minore solubilità del carbonato di calcio nell' acqua bollente che bisogna impiegare nei lavamenti, e la forma semigranulare che esso assume per riscaldamento del liquido in cui si produce, per cui, raccolto su filtro, può essere lavato colla massima rapidità. Il carbonato di bario, oltre essere più solubile nell' acqua bollente del carbonato di calcio, precipita nelle medesime condizioni in forma di fiocchetti, di cui i più minuti galleggiano alla superficie del liquido e riesce quindi un po' difficile esportarli completamente e farli cadere su di un filtro col liquido di lavamento. L' inconveniente forse maggiore è appunto questa forma a fiocchi che il $BaCO_3$ prende e conserva, nel liquido in cui si genera, anche verso 100°, per cui la filtrazione avviene, non dirò lentissima, ma non tanto rapida quanto richiede un liquido fortemente alcalino e conseguentemente avido di anidride carbonica.

Preparazione della soluzione ammoniacale di $CaCl_2$. — Questa soluzione, che deve assorbire i vapori di carbonato ammonico, si prepara, poco prima di usarla, scaldando e sciogliendo in cmc. 40 di acqua distillata una quantità di cloruro di calcio anidro che potrà variare fra 1 e 2 grammi, e giunta che sia all' ebollizione vi si aggiungono cmc. 10 di ammoniaca concentrata: si mantiene quasi bollente per 30 minuti, indi si lascia alquanto raffreddare e si filtra. Questo riscaldamento è necessario, perchè quasi sempre l' ammoniaca usata nei laboratori contiene piccole quantità di carbonato, e il cloruro di calcio non è scevro di qualche impurità che si separa specialmente a caldo in presenza di ammoniaca, il cui eccesso ha anche per effetto di diminuire assai la solubilità del carbonato di calcio che produrranno poi nella soluzione i vapori di carbonato ammonico.

Descrizione dell' apparecchio. — L' apparecchio che io adopero nel saggio dei carbonati decomposti dalla soluzione bollente di cloruro di ammonio è, come apparisce dalla presente figura, semplicissimo, comodo e sicuro anche nelle mani del più modesto operatore.

Esso si compone di un matraccio conico *A* capace di cmc. 200 a 250, in cui si introduce acqua, cloruro di ammonio e una certa quantità di un carbonato o di una mescolanza contenente carbonati finamente polverizzati. Per comodità di discorso lo chiamerò in seguito recipiente o matraccio *generatore*; il quale si fa poggiare sopra una rete metallica e può essere riscaldato colla fiamma di un cannello Bunsen. Un buon tappo di gomma ad un sol foro chiude il recipiente e porta un tubo piegato a squadra, a cui si congiunge un altro tubo *B* lungo cm. 50 circa e leggermente inclinato verso il recipiente che riceve i vapori di carbonato ammonico, e che distinguerò dall' altro col nome di recipiente o matraccio *collettore E*, la cui capacità va tenuta fra cmc. 130 e 150. È inutile far uso di un refrigerante, come è necessario che i

recipienti *A* ed *E* non abbiano una capacità superiore al bisogno. Il lungo tubo *B* è piegato da una parte ad angolo leggermente ottuso e forma un corto ramo che si congiunge con altro tubo *C* lungo cm. 65 a 70, disposto verticalmente, il quale mediante tappo di sughero è ben fermato alla bocca del recipiente collettore che riceve la soluzione ammoniacale di $CaCl_2$, e colla sua estremità inferiore arriva quasi a toccarne il fondo. Il tubo stesso deve avere un diametro interno di 7 mm. circa a fine di poter introdurre in esso una sottile bacchetta di vetro, fornita di capuccio di



gomma, e staccare così quel poco di $CaCO_3$ che durante l' esperimento aderisce alla parete interna di quella parte del tubo che sta immersa nella soluzione ammoniacale. Nel collo dello stesso recipiente *E* è saldato un tubetto laterale che, mediante tubo di gomma, comunica con un tubo *D* contenente calce sodata. Anche nella parte più elevata del tubo verticale *C* è saldato un tubetto di vetro un po' inclinato verso l' alto e munito di chiavetta *T* unta con sego. Questa appendice è necessaria in qualche saggio per evitare che la soluzione ammoniacale di $CaCl_2$ possa essere aspirata e passare nel recipiente generatore: inconveniente che avviene sol quando in questo si abbia uno

sviluppo abbondante e rapidissimo di vapori ammoniacali, i quali ad un dato momento riempiono tutto l' apparecchio, come, ad esempio, nella determinazione dell' anidride carbonica in quantità forte di cemento e soprattutto di calce grassa o idraulica. In questi casi, allorchè la soluzione ammoniacale del recipiente collettore si è elevata a cm. 40 circa nel tubo verticale *C*, e mostra tendenza a salire molto di più, si fa discendere subito la colonna del liquido girando rapidamente la chiavetta *T* di 180°: espediente che ha il piccolo e trascurabile inconveniente di far entrare nel tubo verticale *C* pochi centimetri cubici d' aria. Operando invece su quantità non superiori a gr. 1 di carbonati insolubili nell' acqua e privi di basi libere, si ha parimenti un periodo di innalzamento della soluzione ammoniacale nel tubo verticale, ma non è necessario aprire la chiavetta e basterà tutt' al più, per farla abbassare, accrescere leggermente la fiamma sotto il matraccio generatore. Il recipiente collettore poggia sul fondo di una vaschetta *V* abbastanza grande piena d' acqua che non è necessario rinnovare, perchè e la soluzione ammoniacale, specialmente nell' ultimo periodo di ebollizione nel recipiente generatore, raggiunge anche una cinquantina di gradi, il vapor d' acqua proveniente dallo stesso recipiente è sempre condensato interamente. Le singole congiunture fatte con tubi di gomma non presentano alcun pericolo di fughe, mentre giovano per non dare all' apparecchio una soverchia e incomoda rigidità e a permettere, occorrendo, opportuni scuotimenti al matraccio generatore. Questo e il lungo tubo leggermente inclinato *B* sono tenuti in posizione dai soliti sostegni di ferro muniti di pinze e poggianti sul banco da lavoro: la vaschetta invece è posta sul piano mobile di un sostegno che trovasi accanto e vicino al banco medesimo.

Sia detto una volta per sempre che in tutte le prove da me eseguite ho impiegato lo stesso volume di soluzione ammoniacale (cmc. 50), variando soltanto in essa la dose del cloruro di calcio, in modo da essere ben certo che il sale stesso non fosse mai in difetto rispetto ai vapori di carbonato di ammonio provenienti dal recipiente generatore. In alcuni casi la soluzione conteneva gr. 1, in altri gr. 2 di $CaCl_2$, ma non havvi inconveniente ad accrescerlo quando si opera su quantità forti di certi miscugli, in cui l' effervescenza prodotta da un acido non fornisce indicazioni approssimative sufficienti sul quantitativo del carbonato o dei carbonati.

Premetto ancora che la buona e sicura riuscita del processo richiede, quale condizione *essenzialissima*, che la sostanza, qualunque essa sia, che contiene un carbonato insolubile nell' acqua, se specialmente compatto, venga ridotta in *polvere della massima finezza* entro mortaio di agata: operazione che non è senza vantaggio anche sui carbonati insolubili ottenuti per precipitazione chimica.

Prova fatta col $CaCO_3$ puro. — Nel matraccio generatore introdussi gr. 0,5 di $CaCO_3$ finissimo, cmc. 80 di acqua distillata *bollita* da poco tempo e gr. 10 di NH_4Cl. Nel matraccio collettore misi cmc. 50 di soluzione ammoniacale, preparata come dissi più sopra e contenente gr. 1 di $CaCl_2$. Al recipiente stesso applicai il lungo tubo verticale *C* e misi subito il suo tubetto laterale in comunicazione con quello che conteneva la calce sodata. Quando tutto fu ben disposto, incominciai a riscaldare modera-

tamente il matraccio generatore, affinchè l' aria fosse scacciata dall' apparecchio con conveniente lentezza : essa gorgoglia nella soluzione ammoniacale senza produrre intorbidamento, e si ha precipitato di $CaCO_3$ abbondante sol quando una goccia del liquido che distilla, discendendo lungo il tubo verticale C, arriva a contatto della soluzione di $CaCl_2$. Da questo momento si può dire che la distillazione avviene realmente in uno spazio chiuso. Difatti la soluzione di $CaCl_2$ si eleva nel tubo verticale, e siccome la colonna del liquido oscilla, così l' aria si rinnova più o meno nel recipiente collettore, ma la sua azione è nulla, essendo costretta a passare per il tubo D contenente calce sodata che ne trattiene l' anidride carbonica.

Allorchè la soluzione di cloruro di ammonio del matraccio generatore è entrata in ebollizione, questa si mantiene 30 o al più 35 minuti : nel qual tempo i tre quarti circa dell' acqua passano per distillazione dal primo matraccio nel recipiente collettore. Nei primi 20 minuti l' ebollizione deve procedere piuttosto blanda, salvo a renderla un po' più forte se la soluzione ammoniacale di $CaCl_2$ si eleva nel tubo verticale oltre i cm. 40 segnati con striscia di carta gommata, anzi che aprire la chiavetta del tubo laterale. Invece negli ultimi 10 o 15 minuti il vapor d' acqua deve svolgersi piuttosto rapidamente, essendo ben accertato che non sfugge alla completa condensazione quando arriva nella soluzione ammoniacale del recipiente collettore.

Dopo 30 o 35 minuti di ebollizione si stacca il recipiente collettore dal resto dell' apparecchio e si raccoglie il $CaCO_3$ che aderisce fuori e all' interno del tubo verticale : si chiude con capuccio di gomma il tubetto laterale del recipiente collettore e questo con un tappo in modo però che la chiusura non sia ermetica, e lo si immerge in acqua che viene portata quasi all' ebollizione, e in questo stato si mantiene 45 minuti. Com' è noto, questo riscaldamento è necessario, affinchè l' anidride carbonica del carbonato di ammonio, reagendo colla soluzione ammoniacale di $CaCl_2$ possa essere precipitata completamente in forma di $CaCO_3$, e per ottenere ad un tempo questo sale in quello stato semigranulare che rende poi la filtrazione rapidissima. Dopo questo riscaldamento si versa il liquido ancora molto caldo e il precipitato su filtro (diam.° cm. 8) di carta purissima lavata con *HFl* (Filtri - Schleicher Schüll), perfettamente seccato a 100° ed esattamente pesato entro pesafiltro, e si lava il $CaCO_3$ 25 volte circa con acqua bollente. I primi 5 o 6 lavamenti devono esser fatti colla maggiore sollecitudine senza preoccuparsi del precipitato che aderisce alle pareti del recipiente collettore. Eseguiti i 25 lavacri, si mette e si lascia il filtro in stufa a 100° almeno per 3 ore, poi si ripone nel pesafiltro di prima. L' aumento di peso di questo apparecchio dà la quantità di $CaCO_3$, equivalente all' anidride carbonica esistente nella sostanza messa in prova.

Come conferma di questo risultato, non necessaria se la carta è senza difetti, si stacca il $CaCO_3$ ben secco dal filtro e si fa cadere entro pesafiltro tarato insieme alle ceneri del filtro stesso, previo trattamento con qualche goccia di carbonato ammonico : si pone e lascia per 1 ora il pesafiltro in stufa a 100° e dopo raffreddamento si porta sulla bilancia. La differenza fra questo e il risultato precedente è sempre lievissima.

Nell' ultimo esperimento fatto su gr. 0,5 di $CaCO_3$ ne ho ricavato gr. 0,5011 : in altre prove ho avuti risultati anche più esatti, quali non facilmente è dato di conseguire con altri metodi e con altri apparecchi.

Volendo risparmiare il tempo necessario al completo disseccamento del $CaCO_3$ nella stufa, si stende il filtro che lo contiene ben lavato sul fondo di una piccola bacinella di vetro avente un diametro un po' maggiore di quello del filtro : si versa in questa un volume determinato di acido cloridrico, decinormale o mezzo normale, sufficiente a disciogliere il $CaCO_3$ coll' aiuto di blando riscaldamento : si aggiungono alcune gocce di soluzione di metil-orange e poscia da una buretta graduata e a poco a poco la soluzione decinormale o mezzo normale di idrossido di sodio. Dalla quantità dell' acido neutralizzata si deduce quella del carbonato disciolto o dell' anidride carbonica ad esso corrispondente. Nel qual proposito è bene aver presente, come giustamente fa rilevare il Fresenius, che non è cosa facile esportare da un precipitato tutta l' ammoniaca libera, soprattutto quando la sua, sia pur lieve, solubilità costringe a limitare il numero dei lavamenti.

Dopo questo esperimento che nel mio pensiero rappresentava, direi quasi, la pietra di paragone più acconcia ad affermare il valore del processo, prenderò a considerare alcune delle più importanti e frequenti applicazioni, a fine di stabilire in ogni caso le condizioni in cui l' operazione deve essere condotta e far conoscere le avvertenze particolari da aversi quando si mettono in prova carbonati solubili nell' acqua, come Na_2CO_3 e K_2CO_3, oppure quantità forti di sostanze complesse che nella soluzione bollente di cloruro di ammonio danno uno sviluppo abbondante e rapido di ammoniaca.

Saggio del marmo. — Essendo il marmo formato essenzialmente di carbonato di calcio, basterà operare su gr. 0,5 di polvere *finissima* nel modo stesso che fu descritto per gr. 0,5 di $CaCO_3$ puro.

Colla soluzione bollente di cloruro di ammonio, similmente al $CaCO_3$, si comportano i carbonati di *Ba*, *Sr*, *Mg*, *Zn*. Questi due ultimi però sono sciolti molto rapidamente dalla detta soluzione, di guisa che, sperimentando su di essi, bisogna star attenti all' innalzamento della soluzione di $CaCl_2$ nel tubo verticale, specialmente quando è necessario operare sopra alcuni grammi di sostanza a fine di ricercare, ad esempio, come impurità il carbonato di zinco nell' ossido o viceversa.

Saggio di un calcare argilloso. — L' operazione verrà eseguìta sopra gr. 1 di minerale ridotto in finissima polvere che s' introduce nel matraccio generatore con 80 cmc. di acqua priva di CO_2 e al solito con gr. 10 di NH_4Cl. Nella soluzione ammoniacale può bastare gr. 1 di $CaCl_2$, ma per tutta sicurezza è meglio impiegarne gr. 1,5 o gr. 2. Non occorre far durare la ebollizione più di 35'.

Questo metodo di determinazione dell' anidride carbonica nei calcari argillosi o marne presenta particolare interesse, in quanto che dopo 30 o 35 minuti di ebollizione, la parte di sostanza non disciolta, non solo contiene tutta la silice l' allumina e l' ossido di ferro esistenti nel calcare, ma contiene anche la calce e la magnesia che talvolta si trovano nelle marne in forma di silicati e più raramente di fosfati. Con-

seguentemente nel liquido separato per filtrazione dal detto residuo si potrà determinare la calce e la magnesia esistenti nel calcare in forma di carbonati e di solfati, e nel prodotto della fusione del residuo coi carbonati alcalini, la calce e la magnesia che nella marna non erano combinate coll' anidride carbonica.

Questo modo di separazione del residuo argilloso colla soluzione di cloruro di ammonio a me pare anche più semplice di quello generalmente seguito, che consiste nel cimentare la polvere della marna con acido cloridrico allungato finchè cessa l' effervescenza : aggiungere alla soluzione acida un lieve eccesso di ammoniaca : far bollire per scacciare interamente l' alcali libero, e infine filtrare, lavare con acqua bollente e calcinare il residuo insieme al filtro in cui fu raccolto. Evidentemente le tre ultime operazioni sono pur necessarie per il residuo che lascia la soluzione di cloruro di ammonio.

Io ho applicato questo processo ad 1 gr. di marna che alcuni anni or sono mi fu inviata da Catanzaro, ottenendo risultati che, rispetto all' anidride carbonica, concordano quasi perfettamente con quelli cui allora giunsi precipitando la calce in forma di ossalato.

Saggio dei cementi. — Io ho determinato l' anidride carbonica in gr. 4 di uu cemento naturale a presa lenta, giudicato di ottima qualità. È manifesto che per questa sorta di materiali, cotti sino ad incipiente scorificazione, non è mai abbastanza raccomandata la maggiore possibile finezza. Nel matraccio generatore non occorrono più di 80 o 90 cmc. di acqua e possono bastare gr. 10 di NH_4Cl, ma siccome una quantità ragguardevole di questo sale è decomposta dal cemento, indipendentemente dalla presenza dei carbonati, così havvi più sicurezza di buoni risultati impiegandone gr. 15 e nel portare inoltre la durata della ebollizione a 45', regolando debitamente il riscaldamento : durante il quale è buon consiglio di agitare qualche volta il matraccio generatore prima che cominci la ebollizione, per evitare sussulti. Nella soluzione ammoniacale è meglio eccedere nella quantità di $CaCl_2$, portandola a gr. 2, specialmente se il cemento bagnato con acido cloridrico dà effervescenza piuttosto forte.

Nel saggio dei cementi conviene aver presente che essi contengono più o meno di calce libera e soprattutto dei composti, silicati alluminati ferriti di calcio, i quali nella soluzione bollente di cloruro di ammonio spostano ammoniaca in grande abbondanza e rapidamente, onde ne segue che dopo 8 o 10 minuti di ebollizione, quando cioè è stata espulsa dall' apparecchio la maggior parte dell' aria, questo rimane essenzialmente pieno di vapori ammoniacali, per cui la soluzione del matraccio collettore s' innalza presto, senza oscillazioue e senza interruzione nel tubo verticale C, e sarebbe aspirata nell' altro matraccio, qualora, al momento in cui la soluzione stessa si è elevata all' incirca di cm. 40 con manifesta tendenza ad innalzarsi di più nel tubo verticale, l' operatore non avesse l' accorgimento di far fare alla chiavetta del tubetto laterale un giro rapido di 180°. Questo pericolo di assorbimento dura breve tempo, tanto che, dopo aver aperta la chiavetta una volta o due, si può in seguito impedirlo aumentando convenientemente la fiamma sotto il matraccio generatore.

Un altro fatto merita speciale considerazione ed è che nella determinazione dell' anidride carbonica nei cementi col nuovo processo non ha alcun inconveniente la presenza dei solfuri, dei solfiti, degli iposolfiti. Nella mia purtroppo lunga esperienza di laboratorio non ho mai trovato cementi che bagnati con acido cloridrico non svolgano più o meno di idrogeno solforato. Di guisa che volendo determinare l' anidride carbonica nei cementi per spostamento con acido cloridrico e successivo assorbimento in tubi pieni di calce sodata, bisogna prima far passare il gas attraverso pietra pomice bagnata con soluzione di solfato di rame o attraverso acido cromico, poi per tubi contenenti cloruro di calcio o acido solforico o anidride fosforica. Con tale complicazione di cose, quando specialmente è poca la quantità di anidride carbonica, l' esattezza del risultato finale diviene incerta e discutibile.

Dai 4 grammi di cemento lento messo in prova ha avuto 7,07 % di $CaCO_3$ corrispondente a 3,11 di CO_2. Nel residuo lasciato dalla soluzione bollente di cloruro di ammonio, ben lavato e disseccato, non è rimasta traccia di carbonato.

Saggio della calce grassa o idraulica. — Bagnando un po' di polvere di calce con acqua, poi con acido cloridrico allungato si può, dal grado della effervescenza, giudicare con sufficiente approssimazione se la quantità del carbonato o dei carbonati è abbondante o scarsa. Nel primo caso basterà operare su gr. 2, nel secondo con gr. 4. Siccome quest' ultimo è il caso più frequente, così ho praticato il saggio su gr. 4 di CaO mescolata con gr. 0,2 di $CaCO_3$ ridotti in polvere finissima ed entrambi chimicamente puri.

Nel matraccio generatore, oltre questa mescolanza, ho introdotto cmc. 100 di acqua priva di CO_2 invece di 80 e gr. 20 di NH_4Cl invece di 10, perchè una quantità forte di questo sale è decomposta dalla calce libera con svolgimento rapido abbondantissimo di ammoniaca, la quale non altera la soluzione ammoniacale del recipiente collettore, ma ad un dato momento riempie tutto l' apparecchio, ed allora bisogna stare ben attenti, più che nel saggio dei cementi, per aprire in tempo la chiavetta T di cui è munito il lungo tubo verticale.

Nella soluzione ammoniacale io misi gr. 1 di $CaCl_2$, ma quando si esperimenta una calce di composizione ignota bisogna mettersi al sicuro, raddoppiando la quantità di questo sale.

Nell' eseguire questo saggio della calce ho osservato una particolarità, e cioè che, nonostante la finezza della calce e del carbonato di calce, la soluzione del matraccio generatore contenente il cloruro ammonico diventava limpida soltanto dopo 1 ora di ebollizione e non, come nel saggio del $CaCO_3$, dopo pochi minuti. Il qual fatto dimostra che la presenza dell' ammoniaca e soprattutto quella di una grande quantità di cloruro di calcio ritardano la decomposizione del $CaCO_3$. Di guisa che nel saggio della calce bisogna regolare la ebollizione in modo che questa possa continuare 1 ora e $^1/_4$.

Del resto il saggio della calce non offre difficoltà nè incertezze e conduce a risultati soddisfacentissimi.

Si abbia presente che le conseguenze di uno sviluppo abbondante e rapido di am-

moniaca sono da aspettarsi in tutti i casi nei quali un carbonato decomposto dalla soluzione di cloruro ammonico trovisi mescolato a grandi quantità di ossidi o di idrossidi capaci di spostare l' ammoniaca del NH_4Cl, come, ad esempio, certe mescolanze di carbonati e di idrossidi alcalini, o di carbonato e di ossido di zinco, o di carbonato e di ossido di magnesio e di altre ancora.

Sag io della pietra da gesso. — Nel matraccio generatore introdussi gr. 10 di polvere finissima di selenite assolutamente priva di carbonato di calcio e di magnesio, gr. 0,2 di $CaCO_3$ puro e al solito cmc. 80 di acqua bollita e gr. 10 di NH_4Cl. Nella soluzione ammoniacale misi gr. 1 di $CaCl_2$.

Prima che cominci la ebollizione giova agitare il matraccio generatore per evitare sussulti. La ebollizione, che non occorre protrarre più di 30', in principio deve essere piuttosto blanda, perchè si produce un po' di schiuma che poi scompare senza inconvenienti. Non è necessario far uso della chiavetta per abbassare la colonna del liquido che si innalza nel lungo tubo verticale. Risultato sicuro e buono.

Con una pietra da gesso che fosse molto ricca di $CaCO_3$ e di $MgCO_3$ converrebbe operare su gr. 5 od anche meno di polvere e portare a gr. 2 il $CaCl_2$ nella soluzione ammoniacale.

Saggio del terreno coltivabile. — Se una semplice e rapida ricerca qualitativa indicherà che il $CaCO_3$ e il $MgCO_3$ sono in prevalenza, la prova verrà eseguita sopra gr. 1 di terra: se invece predomina molto l' argilla, ossia, per essere più esatto, la sostanza insolubile nell' acido cloridrico diluito, converrà operare sopra due o più grammi di terra ridotta, ben s' intende, in polvere finissima e introdurre nella soluzione ammoniacale 1 o 2 grammi di $CaCl_2$. Rispetto alle altre condizioni tenersi a quanto fu detto nel saggio di gr. 0,5 di $CaCO_3$.

Ho fatto una prova sola, veramente superflua, sopra gr. 1 di una mescolanza formata con parti uguali di argilla sabbiosa priva di CO_2, e di $CaCO_3$. I risultati non furono, nè potevano essere diversi da quello che ebbi sperimentando su gr. 0,5 di solo carbonato di calcio.

Saggio dei carbonati alcalini e della cenere. — Coi carbonati alcalini ho fatto un unico esperimento introducendo nel recipiente generatore gr. 0,5 di Na_2CO_3 puro anidro e non portando per il resto alcuna variazione a quanto fu detto per il saggio di gr. 0,5 di $CaCO_3$. Siccome il carbonato di sodio è solubilissimo, così presto avviene, come nel saggio dei cementi, uno sviluppo rapido di vapori ammoniacali e conseguentemente la tendenza della soluzione ammoniacale a salire troppo in alto nel tubo verticale *C* portato dal recipiente collettore, ma credo superfluo di ripetere l' uso che in questi casi devesi fare della chiavetta di cui il tubo stesso è munito.

Il risultato di questo saggio fu pure buonissimo.

Volendo poi determinare nella cenere soltanto l' anidride carbonica che contiene in forma di carbonati alcalini, da prima viene lisciviata su filtro con acqua bollente: si svapora la lisciva sino a secco: si calcina il residuo e si pesa. Del residuo totale, previamente polverizzato e ben rimescolato, se ne prende gr. 0,5 e su di esso si opera

come se si trattasse di gr. 0,5 di $CaCO_3$. Ma a risultati più rapidi e non meno esatti conduce l' uso delle soluzioni acide titolate.

Saggio della biacca. — Il carbonato di piombo ridotto in finissima polvere è decomposto e sciolto dalla soluzione bollente di NH_4Cl anche più facilmente del $CaCO_3$.

Io ho operato sopra gr. 1 di biacca pura, come operai su gr. 0,5 di $CaCO_3$. Il cloruro di piombo che si forma durante la ebollizione rimane disciolto nel liquido bollente del matraccio generatore, anche quando il suo volume siasi ridotto per evaporazione a poco più di cmc. 20.

Allorchè, dopo 8 o 10 minuti di ebollizione, si ha nel matraccio generatore una soluzione limpidissima resta esclusa nella biacca la presenza della silice, del caolino, di quantità notevoli di solfato di piombo e di gesso, il quale sciogliendosi nella soluzione di NH_4Cl reagirebbe col cloruro di piombo per trasformarsi in solfato di piombo, una piccola parte del quale sarebbe tenuta in soluzione dal cloruro di ammonio: non si può escludere invece nella biacca di non sicura purezza la presenza del carbonato di calcio, del carbonato o idrocarbonato di magnesio, dell' ossido di magnesio, dell' ossido o del carbonato di zinco: sostanze tutte che sono disciolte dalla soluzione bollente di NH_4Cl.

Quando il liquido del matraccio generatore diviene limpido, dopo 30' si sospende il riscaldamento e s' introduce nel recipiente stesso acqua bollente e nella soluzione ancor calda e convenientemente acidificata con HCl, si fa gorgogliare a lungo H_2S per separare tutto il piombo: si filtra e nella nuova soluzione si possono ricercare, separare e determinare lo zinco, il calcio e il magnesio.

Quando invece il liquido del recipiente generatore resta più o meno torbido durante i 30 minuti di ebollizione, si opera come sopra, e nella sostanza insolubile raccolta su feltro e lavata a lungo con acqua bollente si ricercherà particolarmente la silice, il caolino e il solfato di piombo; e nel liquido filtrato il calcio, il magnesio e lo zinco, dopo aver precipitato, come nel caso precedente, il piombo coll' H_2S.

Con questa breve digressione ho voluto far rilevare l' interesse che può avere nell' analisi della biacca commerciale il modo con cui questo prodotto si comporta colla soluzione bollente di NH_4Cl.

Dirò infine che come metodo di determinazione nella biacca dell' anidride carbonica non fa ostacolo, a differenza di altri metodi, la presenza molto frequente dell' acetato di piombo.

Saggio del carbonato di bismuto. — Anche il carbonato di bismuto è decomposto facilmente dalla soluzione bollente di NH_4Cl. Mi sono preparato questo composto facendo cadere a goccia a goccia una soluzione nitrica di azotato di bismuto in una soluzione bollente che conteneva un forte eccesso di carbonato sodico. Dopo molti lavacri con acqua bollente, ho seccato il precipitato in stufa a 100°.

In gr. 0,5 della sostanza così ottenuta ho determinato per semplice calcinazione la quantità di Bi_2O_3, e in gr. 0,5 quella dell' anidride carbonica, operando come si disse nel saggio di gr. 0,5 di $CaCO_3$.

Il risultato di questa prova mi ha condotto a confermare pienamente che al composto spetta la formola $Bi_2O_3 . CO_2 = (BiO)_2CO_3$.

Nel recipiente generatore il liquido rimane fortemente torbido in causa della trasformazione del carbonato di bismuto in ossicloruro, il quale raccolto su filtro e cimentato con acido cloridrico si è sciolto senza dare il minimo segno di effervescenza.

Saggio della malachite e dell'azzurrite. — Ebbi in dono dall'amico Prof. Boeris un saggio di malachite abbastanza pura e interamente solubile in acido cloridrico allungato.

Operai sopra gr. 1 di detta malachite, ridotta in finissima polvere, come se fosse gr. 0,5 di $CaCO_3$, se non che per arrivare alla decomposizione completa occorre moderare la ebollizione in modo da poterla protrarre per non meno di 1 ora. Così il carbonato è convertito in cloruro rameico solubilissimo.

Similmente alla malachite si comporta l'azzurrite di cui ebbi in dono un piccolo saggio dall'amico Prof. Simonelli.

Saggio della siderite. — Fra tutti i carbonati messi in prova la siderite o ferro spatico è quello che maggiormente resiste alla soluzione bollente del cloruro di ammonio, ed è anche il solo che a temperatura ordinaria non è alterato dalle soluzioni diluite di acido cloridrico.

Io ho operato su gr. 0,5 di questo minerale, ridotto in polvere finissima col mortaio di agata, nelle stesse condizioni che furono indicate nel saggio di gr. 0,5 di $CaCO_3$, ma ho fatto bollire la soluzione del matraccio generatore 1 ora invece di 30 minuti: in un esperimento ho inoltre introdotto nel matraccio gr. 20 di NH_4Cl invece di 10. Pur tuttavia il deposito rossastro che si forma nel recipiente generatore insieme a cloruro ferroso solubilissimo, cimentato a caldo con acido cloridrico diluito, diede forte effervescenza. In conclusione il metodo di separazione dell'anidride carbonica mediante la soluzione bollente di NH_4Cl dà per la siderite risultati incerti. Senza dubbio il grado di polverizzazione della siderite, al quale si giunge col mortaio di agata, non è sufficiente, e molto probabilmente, dopo 1 ora di ebollizione, anche la decomposizione della siderite sarebbe completa quando la polvere stessa fosse sottoposta a molto maggiore finezza per levigazione.

Non so quale accoglienza avrà il nuovo processo di determinazione dell'anidride carbonica nei casi e nelle condizioni riferiti in questa Nota. Per parte mia lo seguirò d'ora in poi particolarmente nel saggio dei marmi, dei calcari argillosi, delle calci, dei cementi e della pietra da gesso. È vero che esso non ha il pregio di una grande speditezza, ma è altrettanto vero che alle persone di buona volontà il tempo non manca mai.

OSSERVAZIONI E PROPOSTE

INTORNO

AI SAGGI CHIMICI DEL GESSO

NOTA II.

DEL

Prof. ALFREDO CAVAZZI

(letta nell'Adunanza del 24 Maggio 1914).

Dopo la pubblicazione della mia prima Nota, comparsa con questo medesimo titolo nelle Memorie dell'Accademia dello scorso anno, non avrei potuto lasciare incompiuta la trattazione di un argomento, sul quale dovrà fermarsi maggiormente l' attenzione dei laboratori e dei Congressi che si occupano del saggio dei materiali cementanti. Frattanto con queste due Note, se non m' inganno, parmi d' aver preso in considerazione e studio le ricerche chimiche principali che possono condurre a scoprire i pregi e i difetti tanto della pietra da gesso, quanto del minerale cotto.

I. - **Determinazione del cloruro di sodio nel minerale crudo e nel cotto.** — È noto che alcuni giacimenti di pietra da gesso contengono quantità più o meno forti di cloruro di sodio, il quale, in massima parte almeno, rimane nel minerale cotto, ed ha comune con molti altri sali solubili la tendenza a trasportarsi alla superficie degl' intonachi ed in parte cristallizza nella massa delle malte, menomando, secondo la comune opinione, la loro coesione e solidità.

Gli esperimenti eseguiti su soluzioni neutre di solfato di calcio, a diversi gradi di concentrazione, mi hanno fatto certo che la presenza di questo sale non impedisce, nella determinazione dei cloruri alcalini, di applicare il metodo volumetrico del Mohr alle soluzioni, parimenti neutre, che si ottengono dibattendo con acqua la polvere della pietra da gesso.

Un rapido saggio qualitativo fa subito rilevare se la pietra da gesso naturale è priva o contiene poco oppure molto di cloruro di sodio, e dal grado d' intorbidamento, che una soluzione diluita di nitrato d' argento produce in quella del minerale polverizzato, si ha una indicazione abbastanza determinata intorno alla quantità della sostanza che conviene sottoporre alla ricerca quantitativa del cloruro di sodio. E siccome il caso più frequente è quello di trovare nel minerale pochissimo di detto sale, così bisognerà introdurre in matraccio conico non meno di gr. 50 di polvere della pietra da gesso passata allo staccio di 4900 maglie e cmc. 200 circa di acqua distillata: si agita e riscalda il recipiente per

1 ora a temperatura di poco inferiore alla ebollizione per evitare forti sussulti, poi si filtra e lava con acqua bollente la sostanza indisciolta raccolta sul filtro sino a che il liquido che sgocciola dall' imbuto non dà più la reazione caratteristica dei cloruri. Quando il liquido filtrato è stato ridotto per evaporazione a piccolo volume (15 a 20 cmc.), si passa su piccolissimo filtro per separare il solfato di calcio che si è deposto in causa dell' evaporazione e si fanno lavacri con acqua bollente sino a portare il volume del liquido filtrato a cmc. 50 circa. In questo si stillano due o tre gocce di soluzione di cromato neutro di potassio e, dopo raffreddamento, si fa cadere in esso a goccia a goccia la soluzione titolata di nitrato d' argento, finchè si manifesta, in modo abbastanza sensibile, il *primo cambiamento* di colore, non essendo, a mio parere, buona regola di arrivare ad una colorazione più forte, anche quando si faccia, come sempre conviene, il confronto colla colorazione che si ottiene, ad esempio, con cmc. 50 di soluzione allungata di solfato di calcio contenente gr. 0,02 di *NaCl*.

In tale ricerca torna comodo impiegare una soluzione titolata contenente in $\frac{1}{2}$ litro gr. 1,453 di nitrato di argento puro, ogni centimetro cubico della quale equivale a gr. 0,001 di *NaCl*.

Il metodo del Mohr, com' è stato più sopra descritto, si può applicare senza alcuna variazione alla soluzione che si ottiene dibattendo con acqua calda il gesso cotto polverizzato, quando un semplice saggio qualitativo abbia dimostrato che la detta soluzione non dà le reazioni caratteristiche degli alcali e dei solfuri. Ma, specialmente il gesso cotto di recente e ben conservato, spessissimo contiene calce libera e solfuro di calcio, i quali sono un po' solubili nell' acqua e reagiscono entrambi col nitrato di argento. In questo caso per poter applicare il metodo del Mohr è necessario da prima eliminare dalla soluzione l' uno e l' altra, facendo gorgogliare in essa, a temperatura ordinaria, dell' anidride carbonica, la quale converte la calce libera in bicarbonato, e scompone il solfuro generando parimente bicarbonato e mettendo in libertà l' idrogeno solforato. Portando allora il liquido alla ebollizione, si depone carbonato neutro di calcio e si scaccia l' idrogeno solforato; poscia si filtra, si concentra per evaporazione, si filtra una seconda volta, e nel liquido così preparato si determina il cloruro di sodio, come si è detto precedentemente.

La presenza nella soluzione del gesso cotto di piccole e accidentali quantità di carbonati alcalini non ha inconveniente, perchè, dopo aver fatto passare in essa una corrente di anidride carbonica e successiva ebollizione, predomina sempre, fra i corpi disciolti, il solfato di calcio con cui i carbonati alcalini produrrebbero carbonato di calcio e solfati alcalini.

II. - Determinazione nella pietra da gesso del solfato di sodio con processo volumetrico e per pesata. — La pietra da gesso naturale contiene talvolta solfato di sodio che per essere solubile e cristallizzabile avrebbe nelle malte gli stessi inconvenienti del cloruro.

Il processo volumetrico, che qui descrivo, non sapendo che da altri sia stato proposto nel saggio chimico della pietra da gesso, non solo è semplice e razionale, ma si presta

anche al caso più complesso di trovare, o di supporre che si trovi nella soluzione, che si ottiene dibattendo con acqua una quantità piuttosto forte di minerale crudo finamente polverizzato, oltre il solfato di calcio, solfato di sodio, cloruro di sodio e solfato di magnesio.

Il processo stesso presuppone che la soluzione acquosa che si ottiene dalla polvere del minerale crudo, abbia, come generalmente avviene, reazione neutra, ed ha la sua ragione nelle seguenti ben note reazioni chimiche:

$$2NaCl + Ba(OH)_2 = \text{(nessun cambiamento)}$$

$$CaSO_4 + Ba(OH)_2 = \underset{\text{insolubile}}{BaSO_4} + \underset{\text{alquanto solubile}}{Ca(OH)_2}$$

$$MgSO_4 + Ba(OH)_2 = BaSO_4 + \underset{\text{quasi insolubile}}{Mg(OH)_2}$$

$$Na_2SO_4 + Ba(OH)_2 = BaSO_4 + \underset{\text{solubilissimo}}{2NaOH}$$

La prima equazione più esattamente significa che l'acqua di barite porta nella soluzione della pietra da gesso un'alcalinità uguale a quella della barite aggiunta.

Essendo poi facile togliere ad una soluzione l'alcalinità che deriva dalle basi terrose, barite e calce, in ultimo rimane nella soluzione stessa una alcalinità equivalente alla quantità dell'idrossido di sodio (o del suo carbonato) proveniente dal solfato scomposto secondo l'ultima equazione ed esattamente misurabile mediante una soluzione titolata di acido cloridrico o di acido solforico.

L'operazione va condotta come segue: Entro matraccio conico si dibatte a lungo con acqua bollente una quantità piuttosto forte di polvere del minerale crudo passata allo staccio di 4900 maglie: si filtra e riduce per evaporazione la soluzione filtrata a piccolo volume (20 a 30 cmc.): si filtra una seconda volta, si concentra, e alla soluzione resa quasi bollente si aggiunge acqua di barite in conveniente eccesso: si filtra per separare il solfato di bario e l'idrossido di magnesio; si lava con acqua bollente la sostanza rimasta sul filtro e, dopo raffreddamento, si fa gorgogliare nel liquido filtrato anidride carbonica a fine di convertire in bicarbonati l'idrato di calcio, l'idrato di bario e l'idrossido di sodio. Facendo poscia bollire piuttosto a lungo, i tre bicarbonati si cambiano in sali neutri, di cui soltanto quello di sodio è solubile nell'acqua, e porta nella soluzione un grado di alcalinità equivalente a quello del solfato di sodio che prima esisteva nel minerale: si filtra di nuovo e si lava con acqua bollente. Dopo raffreddamento, si aggiungono al liquido filtrato due o tre gocce della soluzione di metilorange, e poi da una buretta graduata si fa cadere in esso a goccia a goccia una soluzione titolata decinormale di acido cloridrico sino a che apparisce il cambiamento di colore che indica il passaggio alla reazione acida. Dal numero dei centimetri cubici della soluzione titolata, necessari a produrre questo effetto, si desume la quantità di solfato di sodio, sapendo che 1 cmc. di soluzione decinormale di acido cloridrico corrisponde a gr. 0,0071035 di Na_2SO_4.

Applicando questo processo al saggio di 30 cmc. di soluzione satura di solfato di

calcio, alla quale avevo aggiunto gr. 0,05 di Na_2SO_4 e un poco di cloruro di sodio e di solfato di magnesio, ho ottenuto la neutralizzazione con cmc. 7, invece di 7,04, di soluzione decinormale di acido cloridrico.

È opportuno far rilevare che questo processo volumetrico condurrebbe ad errori non lievi, quando, invece del metilorange, si impiegasse come indicatore la tintura di tornasole o la fenolftaleina, sensibili entrambi, e specialmente quest' ultima, all' acido carbonico che nella soluzione si genera per azione dell' acido cloridrico sul carbonato sodico.

Nella determinazioue del solfato di sodio con metodo per pesata non ho altro da dire che da prima si opera come è stato detto nel processo volumetrico, poi invece di stillare nella soluzione contenente il solo carbonato sodico, o carbonato e cloruro di sodio, alcune gocce di metilorange, si aggiunge ad essa un po' di acido solforico diluito all' intento di trasformare il carbonato, e il cloruro se c' è, in solfato sodico: poscia si svapora sino a secco entro capsula di platino e si calcina il residuo al color rosso per convertire il sale acido in sale neutro. Se durante questo riscaldamento il residuo annerisce, conviene bagnarlo di nuovo con due o tre goccie di acido solforico diluito e ripetere l' evaporazione e la calcinazione. L' aumento di peso della capsula fa conoscere direttamente la quantità del solfato di sodio esistente nel gesso, se questo è privo di cloruro di sodio: in caso diverso bisogna sottrarre dal peso del solfato, che si è ottenuto, quello equivalente al cloruro di sodio determinato col saggio I, sapendosi che 1 parte in peso di $NaCl$ equivale a 1,215 di Na_2SO_4.

III - Determinazione del solfato di magnesio. — In alcuni giacimenti di pietra da gesso si trovano quantità notevoli di solfato di magnesio. Per determinarlo, il metodo più sicuro, che qualunque chimico un po' esperto in analisi saprebbe consigliare, è il seguente.

Entro matraccio conico si mettono gr. 50 di polvere del minerale crudo passata allo staccio di 4900 maglie e cmc. 200 circa di acqua distillata, e per evitare forti sussulti si scalda per 1 ora il recipiente e si agita spesso, tenendolo immerso in acqua bollente: poi si filtra e si lava la sostanza non disciolta con acqua bollente quanto basta. Il liquido filtrato, ridotto per evaporazione a piccolo volume (cmc. 20 circa), si passa a sua volta su piccolissimo filtro per separare il deposito che si forma, e questo si lava accuratamente con acqua bollente. È necessario condurre la soluzione a piccolo volume, perchè la pietra da gesso contiene spesso carbonato di magnesio e, si può dir sempre, carbonato di calcio, i quali sono un po' solubili nell' acqua, specialmente il primo. Alla soluzione così ottenuta, e resa bollente, si aggiunge un po' di cloruro di ammonio e un lieve eccesso di soluzione parimente bollente di ossalato di ammonio: si raccoglie l' ossalato di calcio su filtro e si lava accuratamente con acqua calda. Si svapora il liquido filtrato sino a secco entro capsula di platino e si calcina il residuo a fine di distruggere ed eliminare l' ossalato di ammonio e insieme ad esso le materie organiche. Dopo questa calcinazione, si discioglie a caldo il nuovo residuo in piccolo volume di acqua leggermente acidulata con acido cloridrico, cui si aggiunge un po' di cloruro di ammonio e un conveniente eccesso di soluzione di fosfato sodico: si porta la soluzione quasi all' ebollizione, poi si versa in essa ammoniaca debitamente allungata e si lascia raffreddare e in riposo per alcune ore.

Dalla quantità di pirofosfato di magnesio, che si ricava dal fosfato ammonico magnesiaco con operazioni a tutti note, si desume quella del solfato, sapendosi che 1 parte in peso di pirofosfato corrisponde a 1,081 di solfato.

A mio avviso, sarebbe mal consigliata la proposta di determinare nella stessa soluzione, che si ottiene dibattendo con acqua la polvere del minerale, tanto il solfato di magnesio, quanto il solfato di sodio.

IV. - Determinazione dell' anidride carbonica nella pietra da gesso. — Per questa ricerca nella pietra da gesso, io seguo il metodo proposto e considerato nella Nota che presentai all'Accademia nell'Adunanza del giorno 3 Maggio 1914 col titolo « *Determinazione dell' anidride carbonica nei carbonati decomposti dalle soluzioni di cloruro di ammonio* ».

V. - Determinazione della calce libera nel gesso cotto. — L' alcalinità delle soluzioni di gesso cotto di recente o perfettamente conservato può derivare da calce libera, da solfuro di calcio e accidentalmente da piccole quantità di carbonati alcalini esistenti nella cenere del combustibile, trasportata sui pezzi del minerale dalla corrente di aria che attraversa la carica dei forni. Ho detto trasportata, perchè nella cottura della pietra da gesso, il minerale, com' è noto, non deve mai essere mescolato col combustibile, altrimenti una quantità forte di $CaSO_4$ sarebbe convertita in CaS. Il combustibile stesso dovrebbe possibilmente bruciare in modo completo per evitare nei prodotti della combustione la presenza di corpi capaci di ridurre il solfato di calcio, come H,CO, carburi d' idrogeno e fumo.

Nel minerale, che contiene quasi sempre fra le sue impurità il carbonato di calcio, la decomposizione di questo sale, in atmosfera ricca di vapor d' acqua, qual' è quella dei forni in cui si effettua la disidratazione della selenite, avviene molto più facilmente, come dimostrò per primo il Gay-Lussac, e a temperatura più bassa, tanto che secondo le esperienze del Le Chatelier, la dissociazione del $CaCO_3$, in presenza di acqua, sarebbe già sensibile a soli 100° (Moissan. Chimie Minéral. Vol. 3. pag. 579).

La pratica e le prove di laboratorio hanno dimostrato che le malte di gesso, che contengono una certa quantità di calce libera, prendono col tempo un maggiore indurimento, a cui senza dubbio contribuisce particolarmente la lenta trasformazione di questa base in carbonato. Di guisa che, almeno in qualche caso, può tornare opportuno di determinare la quantità della calce libera nel minerale cotto.

Anche il solfuro di calcio in soluzione, come dissi, dà reazione alcalina, e facilmente si scopre al colore o al precipitato bruno che apparisce allorchè si aggiungono alla soluzione di gesso cotto poche gocce di soluzione diluita di nitrato d' argento. Ma se nella soluzione primitiva si mette un po' di acqua ossigenata e si fa bollire alcuni minuti, il solfuro è subito trasformato in solfato di calcio e perde di conseguenza la sua alcalinità. L' aggiunta dell' acqua ossigenata è inutile, quando il nitrato d' argento lascia la soluzione del gesso cotto del tutto senza colore.

Per le ragioni già dette i carbonati alcalini non possono trovarsi nel gesso cotto che in piccolissima quantità, di guisa che nella soluzione che si ottiene dibattendolo con acqua,

il sale che prevale è sempre il solfato di calcio, il quale reagendo coi carbonati alcalini genera soltanto sali neutri, cioè carbonato di calcio e solfati alcalini.

Se poi il gesso cotto contiene calce libera, una parte almeno di questa base agirà, più facilmente del solfato, sui carbonati alcalini e sarà neutralizzata in forma di $CaCO_3$, ma nel tempo stesso si renderà libera una quantità di idrossidi alcalini ad essa equivalente. In conclusione, l'alcalinità finale è quella che direttamente o indirettamente appartiene alla calce libera, quando, ben s'intende, mediante acqua ossigenata perfettamente neutra sia stata tolta l'alcalinità derivante dai solfuri alcalini.

Ciò premesso, esporrò il metodo che io seguo per determinare l'alcalinità della calce libera nella soluzione del gesso cotto, in presenza di solfuro di calcio.

In recipiente conico di vetro, avente una capacità di poco superiore a 1 litro, si introducono cmc. 1000 di acqua distillata, bollita in precedenza per privarla interamente di CO_2, e gr. 10 di gesso cotto finamente polverizzato, il quale a temperatura ordinaria produrrà soluzione più o meno soprassatura. Si chiude bene il recipiente con tappo di gomma, si agita per 1 ora almeno, poi si versa tutto quanto il liquido torbido entro un grande filtro a pieghe; si raccoglie $\frac{1}{2}$ litro della soluzione filtrata entro altro recipiente conico non troppo grande e a questa si aggiungono alcune gocce (4 o 5) di acqua ossigenata al 30 circa per 100: si chiude il recipiente con tappo ad un sol foro, portante un tubetto di vetro che finisce in alto a punta sottile per menomare più che si può l'azione dell'aria e si fa bollire la soluzione 10 minuti a fine di convertire i solfuri disciolti in solfati. Come effetto di questo riscaldamento viene pure a cessare lo stato di soprassaturazione, ma il solfato di calcio, che si separa in forma di piccoli cristalli, non è di ostacolo alla operazione seguente: la quale consiste nello stillare nel liquido raffreddato alcune goccie di fenolftaleina, poi da una buretta graduata l'acido cloridrico decinormale, sino a che scompare la colorazione rosso violacea dell'indicatore. Dal numero dei centimetri cubici della soluzione acida titolata, che occorrono per giungere a questo cambiamento, si desume la quantità di calce libera che era contenuta in gr. 5 del gesso messo in prova, poichè ogni cent. cub. di soluzione decinormale di acido cloridrico equivale a gr. 0,0028 di CaO.

Quando la soluzione primitiva di gesso cotto filtrata è priva di CaS o di altri solfuri alcalini, il saggio è molto più semplice, non occorrendo l'aggiunta dell'acqua ossigenata e conseguentemente quelle operazioni che sono invece necessarie allorchè la soluzione del gesso cotto, come nel caso sopra considerato, contiene solfuri disciolti.

Non sarà del tutto superfluo l'avvertire che non è cosa molto frequente trovare in commercio acqua ossigenata non lievemente acida. Per ridurla allo stato neutro si mettono in una piccola buretta a piede graduata 1 cmc. di acqua ossigenata al 30 circa per 100 e acqua distillata per arrivare al volume di 10 cmc., e questa soluzione si divide esattamente in due parti uguali. All'una si aggiunge una goccia di fenolftaleina, poi a piccole gocce ammoniaca diluitissima (3 o 4 gocce d'ammoniaca concentrata allungate con 50 cmc. circa di acqua) sino a che comparisce e permane una lieve colorazione rosea: all'altra parte, contenente l'acqua ossigenata da impiegarsi, si aggiunge un ugual numero

di gocce della medesima soluzione ammoniacale, poi viene versata nella soluzione del gesso cotto per convertire i solfuri disciolti in solfati.

Le prove che ho fatto applicando questo metodo al saggio di $\frac{1}{2}$ litro di soluzione di solfato di calcio puro, alla quale avevo aggiunto cmc. 20 di acqua di calce e un po' di soluzione contenente *CaS*, preparato calcinando in crogiuolo coperto della selenite purissima con polvere di carbone di zucchero, sono riuscite molto soddisfacenti. I risultati non possono essere esattissimi quando si pratica il medesimo saggio su $\frac{1}{2}$ litro di soluzione di gesso cotto ordinario, perchè una causa inevitabile di piccolo errore è l'alcalinità che il liquido riceve per la non completa insolubilità del carbonato di calcio e del carbonato di magnesio, che quasi sempre si trovano come impurità nella pietra da gesso naturale, anche dopo cottura.

VI. - Determinazione nel minerale crudo della silice totale, allumina, della calce e magnesia in forma di carbonati, e dell' ossido di ferro. Fra i corpi estranei che ordinariamente accompagnano la selenite nella pietra da gesso naturale, due specialmente meritano speciale considerazione: il carbonato di calcio e l'argilla.

Nel modo grossolano generalmente seguito nella cottura industriale della pietra da gesso, una parte almeno del carbonato di calcio viene convertito, come si disse, in calce libera, i cui effetti nella presa della malta del minerale cotto furono già considerati.

L'argilla, specialmente in quella parte della pietra che riesce moderatamente o poco cotta, conserva un certo grado di plasticità e con ciò la tendenza a restringersi durante l'essiccamento delle malte, e sarebbe perciò, secondo il parere dei tecnici, particolarmente nociva agl' intonachi.

Per separare quantità bastevole dei corpi estranei che contiene una pietra naturale da gesso, si introducono gr. 10 di polvere del minerale crudo, passata allo staccio di 4900 maglie, in matraccio conico con 1 litro e $\frac{1}{2}$ di soluzione semisatura di cloruro di sodio; meglio ancora se questa è stata da prima agitata a lungo con un po' di polvere finissima di marmo e di carbonato di magnesio e filtrata. Senza riscaldare, si scuote il recipiente per 1 ora almeno, indi si versa il liquido torbido su filtro piuttosto grande di carta pura e si lava la sostanza in esso raccolta con acqua bollente sino a che il liquido che sgocciola dall' imbuto non dà più la reazione caratteristica dei solfati. Questa immediata filtrazione, almeno col residuo finissimo che si ricava dal gesso dei dintorni di Bologna, richiede alcune ore, ma si perderebbe più tempo ad aspettare che la sostanza non disciolta dalla soluzione di cloruro di sodio si fosse completamente deposta per separare il liquido chiarificato per decantazione. Raccolto così il residuo e accuratamente lavato, si pone il filtro in stufa ad acqua e, dopo essiccamento, si calcina e incenerisce insieme la sostanza raccolta e il filtro.

Nel caso più generale la sostanza calcinata contiene silice, argilla, calce, magnesia e ossido di ferro, ossia gli stessi costituenti che ordinariamente si riscontrano nei calcari

argillosi dopo cottura. Di guisa che nell' analisi della sostanza contenuta nella pietra da gesso, e insolubile nella soluzione semisatura di cloruro di sodio, si può applicare senz' altro il metodo seguito nell' analisi dei cementi o delle calci idrauliche.

Farò osservare soltanto che nel caso non frequente che la pietra da gesso contenesse piccole quantità di solfato di bario e di stronzio, insolubili pur essi nella soluzione di cloruro di sodio, questi sali resterebbero mescolati colla silice totale che si ricava dopo disgregazione coi carbonati alcalini e successivo trattamento con acido cloridrico.

SULLE SUPERFICIE

NELLE QUALI

I CIRCOLI OSCULATORI DELLE LINEE DI CURVATURA DI UN SISTEMA

TAGLIANO UN PIANO FISSO SOTTO UN ANGOLO COSTANTE

MEMORIA

DEL

Prof. AMILCARE RAZZABONI

letta nella Sessione del 30 Novembre 1913

Nel fascicolo del 13 maggio 1912 dei *Comptes rendus* il signor Guichard ha pubblicato una Nota del titolo: *Sur les surfaces telles que les sphères osculatrices aux lignes de courbure soient tangentes à une sphère fixe.*

Veramente una tale questione, benchè sotto altra forma, trovasi posta e risoluta negli ultimi due §§ di un mio antico scritto, certamente sfuggito all' attenzione dell' illustre Geometra francese, avente per titolo: *Le formole del Frenet in Geometria iperbolica con applicazioni* (*). In esso, dopo avere considerate le curve a flessione $= 1$ dello spazio iperbolico (di curvatura $= -1$) ed avere dimostrata l'esistenza di una particolare trasformazione geometrica mediante la quale da una di quelle curve, supposta cognita, se ne ottengono infinite altre eseguendo una sola quadratura, presi in esame le superficie le cui linee di curvatura di un sistema sono formate da curve di questa specie, dimostrando come le superficie geodeticamente parallele ad una di esse appartengano alla classe.

Il problema, come si vede, non differisce da quello del Guichard in quanto che nella nota rappresentazione conforme dello spazio iperbolico sullo spazio ordinario (**) avendo i punti all' infinito per corrispondenti i punti di un piano fisso (il piano limite), le curve immagini di quelle a flessione $= 1$, che hanno il raggio di curvatura ∞, saranno tali che i loro cerchi osculatori risulteranno tutti tangenti al piano stesso. D'altra parte è facile vedere che, se i circoli osculatori di una linea sono tangenti a un piano, anche le corrispondenti sfere osculatrici toccano lo stesso piano, e reciprocamente.

La questione però è suscettibile di generalizzazione, potendosi considerare le super-

(*) Bologna, Tipografia Gamberini e Parmeggiani, 1899.

(**) Bianchi, *Lezioni di Geometria differenziale*, Vol. I, pag. 419.

ficie di cui le sfere osculatrici (i circoli osculatori) delle linee di curvatura di un sistema anzi che essere tangenti taglino un piano fisso (una sfera fissa) sotto un angolo costante (reale o immaginario). In metrica iperbolica si tratta evidentemente delle superficie le cui linee di curvatura hanno la medesima flessione costante, senza che questa sia precisamente $= 1$ (cioè uguale al valore assoluto della curvatura dello spazio), come è supposto nel caso già da me considerato ed ora di nuovo dal Guichard (*).

Superficie di tale natura esistono effettivamente e si presentarono la prima volta al prof. Bianchi nelle sue importanti ricerche sui sistemi tripli ortogonali di Weingarten considerati tanto nello spazio ordinario (**) quanto in quelli di curvatura costante (***) e per le quali egli dimostrò l'esistenza di una speciale trasformazione geometrica che dedusse come caso particolare da quella dei sistemi da lui detti a flessione costante, le cui superficie appartengono precisamente alla classe di quelle considerate nella presente Memoria.

Oggetto principale della quale è la risoluzione diretta del problema proposto, indipendentemente cioè dalla considerazione dei sistemi tripli ortogonali di cui quelle superficie fanno parte.

Procederemo perciò come nel caso superiormente ricordato della flessione $= 1$, vale a dire cominceremo prima dalle curve, e quindi le proprietà e le formole che troveremo per esse le estenderemo, convenientemente modificate, alle superficie.

§ 1.

Curve a flessione costante in Geometria iperbolica.

1. Supposta per semplicità $= -1$ la curvatura del nostro spazio, sia C una curva data di flessione $\frac{1}{\rho}$ costante, il cui valore supporremo > 1 a volere che il centro del cerchio osculatore sia reale. Indicando quindi con b il segmento, di lunghezza costante, compreso fra la curva e il corrispondente centro di curvatura, potremo scrivere

$$\frac{1}{\rho} = \cot hb .$$

Rappresentiamo poi con x_0, x_1, x_2, x_3 le coordinate di un punto variabile di C, con u la lunghezza del suo arco, con α_i, ξ_i, ζ_i $(i = 0, 1, 2, 3)$ i coseni direttori rispettivamente della tangente, della normale principale e della binormale alla curva (****)

(*) Bianchi, *Lezioni di Geometria differenziale*, Vol. I, pag. 419.

(**) Annali di Matematica pura ed applicata, Serie II^a, Tomo XIII. 1885.

(***) Reale Accademia dei Lincei, anno CCLXXXIV, 1887.

(****) Fra queste quantità esistono come è noto, le relazioni:

$$x_0^2 - \sum_1^3 x_i^2 = 1, \quad \sum_1^3 \alpha_i^2 - \alpha_0^2 = 0, \text{ ecc.}, \quad \sum_1^3 x_i \alpha_i - x_0 \alpha_0 = 0, \quad \sum_1^3 \alpha_i \xi_i - \alpha_0 \xi_0 = 0, \text{ ecc.}$$

e conduciamo per ogni suo punto M e normalmente ad essa un segmento MM' di lunghezza costante $= a$. Allora le coordinate (x_i') del suo estremo M' saranno espresse dalle equazioni

$$(1) \qquad x_i' = x_i \cos ha + (\xi_i \cos\omega + \lambda_i \operatorname{sen}\omega) \operatorname{sen} ha,$$

nelle quali ω rappresenta l'angolo, per ora incognito, che il segmento stesso forma con la direzione positiva della normale principale e che determineremo in funzione di u, ponendo la condizione che la curva rappresentata dalle (1) sia una trajettoria isogonale dei cerchi di curvatura della superficie canale che ha per asse la C e per raggio a. Converrà per questo che teniamo presente le formole di Frenet, che nel caso attuale dello spazio iperbolico (di curvatura -1) sono le seguenti: (*)

$$(A) \qquad \frac{dx_i}{du} = \alpha_i, \quad \frac{d\alpha_i}{du} = \frac{\xi_i}{\rho} + x_i, \quad \frac{d\xi_i}{du} = -\frac{\alpha_i}{\rho} - \frac{\lambda_i}{\tau}, \quad \frac{d\lambda_i}{du} = \frac{\xi_i}{\tau},$$

per mezzo delle quali, derivando le (1) ed omettendo per semplicità gl' indici, otterremo

$$(2) \quad \frac{dx'}{du} = \left(\cos ha - \frac{\operatorname{sen} ha \cos\omega}{\rho}\right) \alpha - \operatorname{sen} ha \operatorname{sen}\omega \left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right) \xi + \operatorname{sen} ha \cos\omega \left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right) \lambda,$$

ovvero, posto

$$(3) \quad \Delta = \sqrt{\sum_1^3 \left(\frac{dx_i'}{du}\right)^2 - \left(\frac{dx_0}{du}\right)^2} = \frac{du'}{du} = \sqrt{\left(\cos ha - \frac{\operatorname{sen} ha \cos\omega}{\rho}\right)^2 + \operatorname{sen}^2 a \left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right)^2}$$

ed indicando con α' i coseni direttori della tangente alla curva C' generata dal movimento del punto M',

$$(4) \quad \Delta\alpha' = \left(\cos ha - \frac{\operatorname{sen} ha \cos\omega}{\rho}\right) \alpha - \operatorname{sen} ha \operatorname{sen}\omega \left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right) \xi + \operatorname{sen} ha \cos\omega \left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right) \lambda;$$

mentre pei coseni degli angoli della tangente ai cerchi u troveremo facilmente i valori

$$\frac{1}{\operatorname{sen} ha} \frac{\partial x'}{\partial \omega} = -\xi \operatorname{sen}\omega + \lambda \cos\omega.$$

Esprimiamo ora la condizione che la curva considerata C' sia trajettoria sotto l'angolo costante σ dei cerchi di curvatura della superficie canale suddetta; dovrà allora essere soddisfatta l'eguaglianza

$$(5) \qquad \frac{\Delta}{\operatorname{sen} ha} \left(\sum_1^3 \alpha_i' \frac{\partial x_i'}{\partial \omega} - \alpha_0' \frac{\partial x_0'}{\partial \omega}\right) = \Delta \cos\sigma = \operatorname{sen} ha \left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right),$$

ovvero, sostituendo a Δ il suo valore (3),

$$\cos\sigma \sqrt{\left(\cos ha - \frac{\operatorname{sen} ha \cos\omega}{\rho}\right)^2 + \operatorname{sen}^2 a \left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right)^2} = \operatorname{sen} ha \left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right),$$

(*) Bianchi, *Lezioni*, Vol. I, pag. 458.

da cui, come si ricava subito,

$$\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau} = \left(\cot ha - \frac{\cos\omega}{\rho}\right)\cot\sigma, \tag{6}$$

che è un'equazione differenziale che si riduce facilmente al tipo di Riccati e che determina ω. Quanto a Δ, avendosi per la (5),

$$\Delta = \frac{\operatorname{sen} ha}{\cos\sigma}\left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right),$$

sostituendo a $\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}$ il suo valore (6), seguirà

$$\Delta = \frac{1}{\operatorname{sen}\sigma}\left(\cos ha - \frac{\operatorname{sen} ha\cos\omega}{\rho}\right) \tag{7}$$

con che le (4) ci daranno pei coseni direttori della tangente alla C' i semplici valori

$$\alpha' = \alpha\operatorname{sen}\sigma - \xi\cos\sigma\operatorname{sen}\omega + \lambda\cos\sigma\cos\omega, \tag{8}$$

per mezzo dei quali e delle formole (A) potremo facilmente calcolare il raggio di flessione della curva medesima. Derivando infatti le (8) ed indicando gli elementi relativi alla C' con le stesse lettere di quelle della C affette da apici, avremo intanto

$$\frac{d\alpha'}{du} = \operatorname{sen}\sigma\frac{d\alpha}{du} - \cos\sigma\operatorname{sen}\omega\frac{d\xi}{du} + \xi\cos\sigma\cos\omega\frac{d\omega}{du} + \cos\sigma\cos\omega\frac{d\lambda}{du} - \lambda\cos\sigma\operatorname{sen}\omega\frac{d\omega}{du} =$$

$$= \operatorname{sen}\sigma\left(\frac{\xi}{\rho} + x\right) + \cos\sigma\operatorname{sen}\omega\left(\frac{\alpha}{\rho} + \frac{\lambda}{\tau}\right) - \cos\sigma\cos\omega\frac{d\omega}{du}\xi + \cos\sigma\cos\omega\frac{\xi}{\tau} - \cos\sigma\operatorname{sen}\omega\frac{d\omega}{du}\lambda,$$

e poichè per la (3) e la 2.ª delle (A)

$$\frac{d\alpha'}{du} = \Delta\frac{d\alpha'}{du'} = \Delta\left(\frac{\xi'}{\rho'} + x'\right),$$

sarà anche

$$\Delta\left(\frac{\xi'}{\rho'} + x'\right) = x\operatorname{sen}\sigma + \frac{\cos\sigma\operatorname{sen}\omega}{\rho}\alpha + \left\{\frac{\operatorname{sen}\sigma}{\rho} - \cos\sigma\cos\omega\left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right)\right\}\xi -$$

$$- \cos\sigma\operatorname{sen}\omega\left(\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}\right)\lambda$$

e finalmente, sostituendo ad x' il suo valore (1) e a $\frac{d\omega}{du} - \frac{1}{\tau}$ quello che si ricava dalla (5),

$$\Delta\frac{\xi'}{\rho'} = (\operatorname{sen}\sigma - \Delta\cos ha)\,x + \frac{\cos\sigma\operatorname{sen}\omega}{\rho}\alpha + \left\{\frac{\operatorname{sen}\sigma}{\rho} - \left(\frac{\cos^2\sigma}{\operatorname{sen} ha} + \operatorname{sen} h\bar{a}\right)\Delta\cos\omega\right\}\xi - \tag{9}$$

$$- \left\{\left(\frac{\cos^2\sigma}{\operatorname{sen} ha} + \operatorname{sen} ha\right)\Delta\operatorname{sen}\omega\right\}\lambda.$$

In quest'equazioni, come si vede, oltre il raggio di curvatura ρ' della trasformata C', figurano anche i coseni di direzione (ξ') della normale principale; ma questi ultimi si eliminano facilmente dalle equazioni stesse quando si tengano presente le relazioni, ricordate anche superiormente in nota, che legano tra loro le quantità x, α, ξ, λ ecc.; giacchè allora dalle (9) si deduce subito l'eguaglianza

$$\frac{\Delta^2}{\rho'^2} = -(\operatorname{sen}\sigma - \Delta\cos ha)^2 + \frac{\cos^2\sigma \operatorname{sen}^2\omega}{\rho^2} + \left\{\frac{\operatorname{sen}\sigma}{\rho} - \left(\frac{\cos^2\sigma}{\operatorname{sen} ha} + \operatorname{sen} ha\right)\Delta\cos\omega\right\}^2 +$$
$$+ \left\{\left(\frac{\cos^2\sigma}{\operatorname{sen} ha} + \operatorname{sen} ha\right)\Delta\operatorname{sen}\omega\right\}^2$$

ovvero semplificando,

$$\frac{\Delta^2}{\rho'^2} = -(\operatorname{sen}\sigma - \Delta\cos ha)^2 + \frac{\cos^2\sigma \operatorname{sen}^2\omega + \operatorname{sen}^2\sigma}{\rho^2} -$$
$$- \frac{2\operatorname{sen}\sigma\cos\omega}{\rho}\left(\frac{\cos^2\sigma}{\operatorname{sen} ha} + \operatorname{sen} ha\right)\Delta + \left(\frac{\cos^2\sigma}{\operatorname{sen} ha} + \operatorname{sen} ha\right)^2\Delta^2 \tag{10}$$

che determina ρ'.

2. Poniamo ora la condizione che la curva trasformata C' abbia la stessa flessione della C; evidentemente allora il valore di σ non potrà più essere arbitrario, ma dovrà dipendere da quello di a (raggio della considerata superficie canale) e da quello di b (raggio del circolo osculatore della C). Per trovare questa relazione dovremo supporre nella (10)

$$\frac{1}{\rho'} = \frac{1}{\rho} = \cot hb$$

e allora dovrà essere soddisfatta l'eguaglianza

$$\Delta^2\cot h^2 b = -(\operatorname{sen}\sigma - \Delta\cos ha)^2 + (\cos^2\sigma \operatorname{sen}^2\omega + \operatorname{sen}^2\sigma)\cot h^2 b -$$
$$- 2\operatorname{sen}\sigma\cot hb\cos\omega\left(\frac{\cos^2\sigma}{\operatorname{sen} ha} + \operatorname{sen} ha\right)\Delta + \left(\frac{\cos^2\sigma}{\operatorname{sen} h^2 a} + \operatorname{sen} h^2 a\right)\Delta^2,$$

ovvero, sviluppando,

$$\Delta^2\cot h^2 b = -\Delta^2 + 2\operatorname{sen}\sigma\Delta(\cos ha - \operatorname{sen} ha\cot hb\cos\omega) + \operatorname{sen}^2\sigma(\cot h^2 b - 1) +$$
$$+ \cot h^2 b\cos^2\sigma\operatorname{sen}^2\omega - \frac{2\operatorname{sen}\sigma\cos^2\sigma\cot hb\cos\omega}{\operatorname{sen} ha}\Delta + \left(2\cos^2\sigma + \frac{\cos^4\sigma}{\operatorname{sen} h^2 a}\right)\Delta^2,$$

e per la (7)

$$\Delta^2\cot h^2 b = -\Delta^2 + 2\operatorname{sen}^2\sigma\Delta^2 + \frac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\operatorname{sen} h^2 b} + \cot h^2 b\cos^2\sigma\operatorname{sen}^2\omega + 2\cos^2\sigma\Delta^2 + \frac{\cos h^4\sigma}{\operatorname{sen} h^2 a}\Delta^2 -$$
$$- \frac{2\cos^2\sigma\cot hb\cos\omega}{\operatorname{sen} ha}(\cos a - \operatorname{sen} ha\cot hb\cos\omega),$$

eguaglianza che facilmente si semplifica nell'altra

$$\left(\frac{1}{\operatorname{sen} h^2 b} - \frac{\cos^4\sigma}{\operatorname{sen} h^2 a}\right)\Delta^2 = \frac{\operatorname{sen}^2\sigma}{\operatorname{sen} h^2 b} + \cot h^2 b\cos^2\sigma - 2\cot ha\cot hb\cos^2\sigma\cos\omega +$$
$$+ \cot h^2 b\cos^2\sigma\cos^2\omega,$$

o finalmente, riducendo a forma intera, nella equivalente

$$(\operatorname{sen}h^2a - \operatorname{sen}h^2b\cos^4\sigma)\,(\cos ha - \operatorname{sen}ha\cot hb\cos\omega)^2 = \operatorname{sen}h^2a\operatorname{sen}^2\sigma\,(\operatorname{sen}^2\sigma + \cos h^2b\cos^2\sigma) -$$
$$- 2\cos ha\operatorname{sen}ha\cos hb\operatorname{sen}hb\operatorname{sen}^2\sigma\cos^2\sigma\cos\omega + \operatorname{sen}h^2a\cos h^2b\operatorname{sen}^2\sigma\cos^2\sigma\cos^2\omega,$$

la quale poi, dovendo essere identicamente verificata qualunque sia ω, si scinde nelle tre:

$$(11)\begin{cases} \operatorname{sen}h^2a\cot h^2b\,(\operatorname{sen}h^2a - \operatorname{sen}h^2b\cos^4\sigma) - \operatorname{sen}h^2a\cos h^2b\operatorname{sen}^2\sigma\cos^2\sigma = 0, \\ \operatorname{sen}ha\cos ha\cot hb\,(\operatorname{sen}h^2a - \operatorname{sen}h^2b\cos^4\sigma) - \operatorname{sen}ha\cos ha\operatorname{sen}hb\cos hb\operatorname{sen}^2\sigma\cos^2\sigma = 0, \\ \cos h^2a\,(\operatorname{sen}h^2a - \operatorname{sen}h^2b\cos^4\sigma) - \operatorname{sen}h^2a\operatorname{sen}^2\sigma\,(\operatorname{sen}^2\sigma + \cos h^2b\cos^2\sigma) = 0. \end{cases}$$

Le prime due si semplificano immediatamente nella

$$\operatorname{sen}h^2a - \operatorname{sen}h^2b\cos^4\sigma - \operatorname{sen}h^2b\operatorname{sen}^2\sigma\cos^2\sigma = 0$$

e questa a sua volta nella

$$\operatorname{sen}h^2a - \operatorname{sen}h^2b\cos^2\sigma = 0,$$

da cui

$$(12) \qquad \operatorname{sen}ha = \operatorname{sen}hb\cos\sigma,$$

che è la relazione richiesta e nella quale abbiamo tenuto conto del valore positivo soltanto, potendosi sempre supporre l'angolo σ acuto; quanto alla 3.ª, essendo allora

$$\operatorname{sen}h^2a - \operatorname{sen}h^2b\cos^4\sigma = \operatorname{sen}h^2a - \operatorname{sen}h^2a\cos^2\sigma = \operatorname{sen}h^2a\operatorname{sen}^2\sigma,$$

essa si riduce a

$$\cos h^2a - (\operatorname{sen}^2\sigma + \cos h^2b\cos^2\sigma) = 0$$

identità facile a verificarsi se si osserva che

$$\cos h^2a = 1 + \operatorname{sen}h^2a = 1 + \operatorname{sen}h^2b\cos^2\sigma.$$

Quest'analisi ci permette dunque di concludere che per ogni curva C a flessione costante $\frac{1}{\rho} = \cot hb$ esiste una curva della stessa flessione costante rappresentata dalle (1), ove a denota una costante positiva $< b$ ed ω un angolo che verifica l'equazione differenziale (6), curva che è trajettoria isogonale sotto l'angolo σ determinato dalla (12) dei cerchi generatori della superficie canale di raggio a che ha per asse la curva considerata C. Se poi si osserva che ω, verificando la (6), contiene una costante arbitraria, vediamo che ∞^1 sono le curve che si ottengono per ogni valore di a e che sono trajettorie sotto lo stesso angolo della corrispondente superficie canale; sicchè, potendo a variare da o a b, la costruzione suindicata ci dà ∞^2 curve della stessa flessione costante ed eguale a quella della curva primitiva C.

§ II.

Superficie dello spazio iperbolico con un sistema di linee di curvatura a flessione costante $\left(\frac{1}{\rho} > 1\right)$.

3. Per dimostrare anzitutto l'esistenza di tali superficie seguiremo il metodo tenuto dal prof. Bianchi nel § 10 della sua Memoria predetta sui sistemi tripli ortogonali, traducendo semplicemente in metrica iperbolica le formole della metrica ordinaria da lui date per la risoluzione dell'analogo problema.

Sia dunque S una superficie della specie considerata di cui

$$ds^2 = Edu^2 + Gdv^2$$

sia il quadrato dell'elemento lineare riferito alle sue linee di curvatura u e v; se indichiamo con ρ_1 e ρ_2 i corrispondenti raggi principali di curvatura, dovranno allora essere soddisfatte le equazioni:

$$\text{(B)} \quad \begin{cases} \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) \frac{\partial \log \sqrt{E}}{\partial v} - \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{1}{\rho_2}\right) = 0, \\ \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right) \frac{\partial \log \sqrt{G}}{du} + \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{\rho_1}\right) = 0, \\ \frac{1}{\rho_1 \rho_2} = -\frac{1}{\sqrt{EG}} \left\{ \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{\sqrt{E}} \frac{\partial \sqrt{G}}{\partial u}\right) + \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{1}{\sqrt{G}} \frac{\partial \sqrt{E}}{\partial v}\right) \right\} + 1 \end{cases}$$

di cui le prime due coincidono con le ordinarie equazioni di Codazzi e la terza è quella di Gauss nella quale figura la curvatura (— 1) dello spazio ambiente (*). Supponendo che v siano le linee del sistema aventi la stessa flessione costante $\frac{1}{\rho}$ (>1), potremo scrivere anche qui

$$\frac{1}{\rho} = \coth hb,$$

e siccome il quadrato della flessione d'ogni linea tracciata su una superficie eguaglia la somma dei quadrati delle sue curvature normale e geodetica, dovrà sussistere la eguaglianza

$$\text{(13)} \qquad \left(\frac{1}{\rho_2}\right)^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{EG}} \frac{\partial \sqrt{E}}{\partial v}\right)^2 = \coth^2 hb,$$

che con le (B) forma un sistema di quattro equazioni cui debbono soddisfare le quattro incognite E, G, ρ_1 e ρ_2.

(*) Bianchi, l. c. pag. 499.

Per verificare la (13) basterà porre

$$\frac{1}{\rho_2} = \cot hb \operatorname{sen}\vec{\varphi}, \quad \frac{1}{\sqrt{EG}}\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial v} = \cot hb\cos \tag{14}$$

e quindi sostituendo nella 1.ª delle (B) ricaveremo

$$\frac{1}{\rho_1} = \cot hb \operatorname{sen}\vec{\varphi} + \frac{1}{\sqrt{G}}\frac{\partial\vec{\varphi}}{\partial v};$$

mentre la seconda si ridurrà a

$$\frac{\partial^2\vec{\varphi}}{\partial u\partial v} + \sqrt{G}\cot hb\cos\vec{\varphi}\,\frac{\partial\vec{\varphi}}{\partial u} = 0, \tag{15}$$

e così non resterà che da verificare la 3ª.

Per questo osservando che si ha

$$\frac{1}{\rho_1\rho_2} = \cot h^2 b \operatorname{sen}^2\vec{\varphi} + \frac{\cot hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}}{\sqrt{G}}\frac{\partial\vec{\varphi}}{\partial v},$$

$$\frac{1}{\sqrt{G}}\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial v} = \sqrt{E}\cot hb\cos\vec{\varphi},$$

e quindi

$$\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{1}{\sqrt{G}}\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial v}\right) = \cot hb\left(\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial v}\cos\vec{\varphi} - \sqrt{E}\operatorname{sen}\vec{\varphi}\,\frac{\partial\vec{\varphi}}{\partial v}\right) =$$

$$= \cot hb\left(\sqrt{EG}\cot hb\cos^2\vec{\varphi} - \sqrt{E}\operatorname{sen}\vec{\varphi}\,\frac{\partial\vec{\varphi}}{\partial v}\right),$$

avremo

$$\cot h^2 b\operatorname{sen}^2\vec{\varphi} + \frac{\cot hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}}{\sqrt{G}} = -\frac{1}{\sqrt{EG}}\left\{\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{\sqrt{E}}\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial u}\right) + \right.$$

$$\left. + \cot hb\left(\sqrt{EG}\cot hb\cos^2\vec{\varphi} - \sqrt{E}\operatorname{sen}\vec{\varphi}\right)\right\} + 1$$

ovvero, semplificando,

$$\cot h^2 b\operatorname{sen}^2\vec{\varphi} = -\frac{1}{\sqrt{EG}}\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{\sqrt{E}}\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial u}\right) - \cot h^2 b\cos^2\vec{\varphi} + 1$$

e finalmente

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{\sqrt{G}}\frac{\partial\sqrt{EG}}{\partial u}\right) + \frac{\sqrt{EG}}{\operatorname{sen}h^2 b} = 0.$$

Introducendo la nuova incognita θ determinata dall'equazione

$$\theta = \frac{1}{\operatorname{sen}hb}\int\sqrt{E}\,du, \tag{α}$$

la precedente si trasforma subito nella

$$\frac{\partial^2 \sqrt{G}}{\partial u^2} + \sqrt{G} = 0 ,$$

da cui integrando,

$$\sqrt{G} = V\cos(\theta + V_1)$$

denotando V e V_1 due funzioni arbitrarie di v, la prima delle quali, cangiando v in $\frac{1}{\operatorname{sen} hb}\int V dv$, potrà supporsi eguale a $\operatorname{sen} hb$, e la seconda uguale a zero, intendendola inclusa in θ ciò che è evidentemente lecito per la (α). Abbiamo così per le quattro incognite E, G, ρ_1 e ρ_2 i valori:

$$(16)\qquad \begin{cases} \sqrt{E} = \operatorname{sen} hb\,\dfrac{\partial\theta}{u\partial}, \quad \sqrt{G} = \operatorname{sen} hb\cos\theta \\ \dfrac{1}{\rho_1} = \cot hb \operatorname{sen}\vec{\varphi} + \dfrac{1}{\operatorname{sen} hb\cos\theta}\dfrac{\partial\vec{\varphi}}{\partial v}, \quad \dfrac{1}{\rho_2} = \cot hb \operatorname{sen}\vec{\varphi} \end{cases}$$

soddisfacendo θ e $\vec{\varphi}$ le due equazioni simultanee a derivate parziali

$$(17)\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} - \cos hb\cos\theta\cos\vec{\varphi}\,\frac{\partial\theta}{\partial u} = 0 , \quad \frac{\partial^2\vec{\varphi}}{\partial u\,\partial v} + \cos hb\cos\theta\cos\vec{\varphi}\,\frac{\partial\vec{\varphi}}{\partial u} = 0 ,$$

con che l'elemento lineare della superficie, riferita alle sue linee di curvatura u e v di cui le ultime hanno la flessione costante ed eguale a $\cot hb$, verrà ad acquistare la forma

$$(18)\qquad ds^2 = \operatorname{sen}^2 hb\left\{\left(\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)^2 du^2 + \cos^2\theta\, dv^2\right\}$$

che è appunto quella che si trattava di determinare.

Inversamente per ogni coppia di valori di θ e $\vec{\varphi}$ soddisfacenti le (17) esisterà sempre una superficie determinata della classe, le cui coordinate si otterranno, come è noto, integrando un'equazione di Riccati.

§ III.

Trasformazione delle superficie dello spazio iperbolico aventi un sistema di linee di curvatura a flessione costante.

4. Dimostrata così l'esistenza di superficie della specie considerata, facciamo ora vedere come possa estendersi ad esse la trasformazione geometrica che abbiamo data per le curve.

Supposto perciò di conoscere una superficie S della classe, indichiamo con x_i le coordinate di un suo punto variabile, con ξ_i i coseni direttori della normale e con η_i, ζ_i

quelli della tangente rispettivamente alle v ed u; osservate le (16) dovranno allora aver luogo le equazioni:

$$(C)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial x}{\partial u} = -\operatorname{sen} hb\,\dfrac{\partial\theta}{\partial u}\cdot\eta\,,\quad \dfrac{\partial x}{\partial v} = -\operatorname{sen} hb\cos\theta\cdot\zeta\,, \\ \dfrac{\partial\xi}{\partial u} = \cos hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}\,\dfrac{\partial\theta}{\partial u}\cdot\eta\,,\quad \dfrac{\partial\eta}{\partial u} = -\operatorname{sen} hb\,\dfrac{\partial\theta}{\partial u}\,x - \cos hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}\,\dfrac{\partial\theta}{\partial u}\,\xi - \cos hb\cos\vec{\varphi}\,\dfrac{\partial\theta}{\partial u}\,\zeta\,, \\ \qquad\qquad \dfrac{\partial\zeta}{\partial u} = \cos hb\cos\vec{\varphi}\,\dfrac{\partial\theta}{\partial u}\,\eta\,, \\ \dfrac{\partial\xi}{\partial v} = \left(\cos hb\operatorname{sen}\theta + \dfrac{\partial\vec{\varphi}}{\partial v}\right)\zeta\,,\quad \dfrac{\partial\eta}{\partial v} = -\operatorname{sen}\theta\cdot\zeta\,,\quad \dfrac{\partial\zeta}{\partial v} = -\operatorname{sen} hb\cos\theta\cdot x - \\ \qquad\qquad - \left(\cos hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}\cos\theta + \dfrac{\partial\vec{\varphi}}{\partial v}\right)\xi + \operatorname{sen}\theta\cdot\eta\,. \quad (\star) \end{cases}$$

Conduciamo ora per ciascun punto d'ogni linea v e normalmente ad essa un segmento di lunghezza costante a ed inclinato di un certo angolo ω (variabile con legge di continuità da punto a punto) sulla corrispondente linea u; il luogo degli estremi di questi segmenti formerà una superficie che potrà evidentemente venir rappresentata dall'equazioni:

$$(19)\qquad x' = x\cos ha + (\xi\operatorname{sen}\omega + \zeta\cos\omega)\operatorname{sen} ha\,,$$

indicando x' le coordinate dei suoi punti. Da queste, derivando ed osservando le (C), otterremo facilmente le altre

$$(20)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial x'}{\partial u} = \operatorname{sen} ha\cos\omega\,\dfrac{\partial\omega}{\partial u}\,\xi + \left\{-\cos ha\operatorname{sen} hb + \operatorname{sen} ha\cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})\right\}\dfrac{\partial\theta}{\partial u}\,\eta - \\ \qquad\qquad - \operatorname{sen} ha\operatorname{sen}\omega\,\dfrac{\partial\omega}{\partial u}\cdot\zeta\,, \\ \dfrac{\partial x'}{\partial v} = -\operatorname{sen} ha\operatorname{sen} hb\cos\theta\cos\omega\cdot x + \operatorname{sen} ha\cos\omega\left\{\dfrac{\partial(\omega-\vec{\varphi})}{\partial v} - \cos hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}\cos\theta\right\}\xi + \\ + \operatorname{sen} ha\operatorname{sen}\theta\cos\omega\cdot\eta - \left\{\operatorname{sen} ha\operatorname{sen}\omega\left[\dfrac{\partial(\omega-\vec{\varphi})}{\partial v} - \cos hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}\cos\theta\right] + \cos ha\operatorname{sen} hb\cos\theta\right\}\zeta\,; \end{cases}$$

mentre derivando le stesse (19) rispetto ad ω, avremo immediatamente

$$(21)\qquad \frac{\partial x'}{\partial\omega} = (\xi\cos\omega - \zeta\operatorname{sen}\omega)\operatorname{sen} ha\,.$$

Poniamo ora la condizione che le linee v della superficie trasformata S' siano trajettorie isogonali dei cerchi di curvatura delle superficie canali aventi per assi le

(*) Bianchi, l. c., Vol. I, pag. 498, formole (41*).

corrispondenti v della S, e che inoltre l'angolo d'inclinazione σ sia determinato dalla relazione

$$\operatorname{sen} ha = \operatorname{sen} hb \cos\sigma$$

che abbiamo trovata nel § I (formola (12)): dovremo a tal uopo calcolare i coseni di direzione delle tangenti tanto alle v della S' quanto ai cerchi di curvatura delle superficie canali suddette, ed esprimere poi che l'angolo da esse formato è eguale a σ. Essendo codesti coseni rispettivamente proporzionali a $\frac{\partial x'}{\partial u}$, $\frac{\partial x'}{\partial v}$, posto

$$E' = \sum_1^3 \left(\frac{\partial x'_i}{\partial u}\right)^2 - \left(\frac{\partial x'_0}{\partial u}\right)^2,$$

sarà per la 1ª delle (20)

$$(22) \quad E' = \operatorname{sen} h^2 a \left(\frac{\partial \omega}{\partial u}\right)^2 + \left\{ - \cos ha \operatorname{sen} hb + \operatorname{sen} ha \cos hb \cos(\omega - \vec{\varphi}) \right\}^2 \left(\frac{\partial \theta}{\partial u}\right)^2;$$

mentre seguirà subito dalle (21)

$$\sum_1^3 \left(\frac{\partial x'_i}{\partial \omega}\right)^2 - \left(\frac{\partial x'_0}{\partial \omega}\right)^2 = \operatorname{sen} ha^2,$$

sicchè

$$\frac{1}{\sqrt{E'}} \frac{\partial x'}{\partial u}, \quad \frac{1}{\operatorname{sen} ha} \frac{\partial x'}{\partial \omega}$$

saranno i coseni richiesti, che, per quanto si è detto, daranno luogo all'equazione

$$\frac{1}{\operatorname{sen} ha \sqrt{E'}} \left\{ \sum_1^3 \frac{\partial x'_i}{\partial u} \frac{\partial x'_i}{\partial \omega} - \frac{\partial x'_0}{\partial u} \frac{\partial x'_0}{\partial \omega} \right\} = \cos\sigma,$$

la quale esprime che le linee v di S' sono trajettorie isogonali sotto l'angolo considerato σ dei cerchi generatori delle superficie canali surricordate. Sostituendo in essa a $\frac{\partial x'}{\partial u}$, $\frac{\partial x'}{\partial \omega}$ i loro valori (20) e (21), avremo intanto

$$\frac{\operatorname{sen} ha}{\sqrt{E'}} \frac{\partial \omega}{\partial u} = \cos\sigma,$$

ovvero, per la (22) e dopo facili riduzioni,

$$\operatorname{sen} ha^2 \left(\frac{\partial \omega}{\partial u}\right)^2 \operatorname{sen}^2\sigma = \left[- \cos ha \operatorname{sen} hb + \operatorname{sen} ha \cos hb \cos(\omega - \vec{\varphi}) \right]^2 \left(\frac{\partial \theta}{\partial u}\right)^2 \cos^2\sigma,$$

da cui finalmente

$$(23) \quad \frac{\partial \omega}{\partial u} = \left[- \cot ha \operatorname{sen} hb + \cos hb \cos(\omega - \vec{\varphi}) \right] \frac{\partial \theta}{\partial u} \cot\sigma;$$

ma, per quello che aabiamo visto nel § I, le trajettorie considerate sono curve a flessione costante, sicchè l'equazione differenziale ottenuta esprimerà la condizione affinchè le linee v della S' abbiano la stessa fiessione costante ($\cot hb$) delle corrispondenti v della S.

5. Vediamo adesso a quale ulteriore condizione deve soddisfare la ω affinchè le linee u e v siano di curvatura per la trasformata, cercando anzitutto di verificare la condizione di ortogonalità espressa dall'equazione

$$\sum_1^3 \frac{\partial x_i'}{\partial u}\frac{\partial x_i'}{\partial v} - \frac{\partial x_0'}{\partial u}\frac{\partial x_0'}{\partial v} = 0\,.$$

Sostituendo in questa alle $\frac{\partial x'}{\partial u}$, $\frac{\partial x'}{\partial v}$ i loro valori (20) e facendo semplici riduzioni, avremo intanto

$$\left[\operatorname{sen} ha\left\{\frac{\partial(\omega-\vec{\varphi})}{\partial v} - \cos hb \operatorname{sen}\vec{\varphi}\cos\theta\right\} + \cos ha \operatorname{sen} hb \operatorname{sen}\omega\cos\theta\right]\frac{\partial\omega}{\partial u} +$$

$$+ \operatorname{sen}\theta\cos\omega\left[-\cos ha \operatorname{sen} hb + \operatorname{sen} ha\cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})\right]\frac{\partial\theta}{\partial u} = 0\,,$$

e poichè per la (23)

$$\left[-\cos ha \operatorname{sen} hb + \operatorname{sen} ha\cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})\right]\frac{\partial\theta}{\partial u} = \operatorname{sen} ha \operatorname{tang}\sigma\,\frac{\partial\omega}{\partial u}\,,$$

sostituendo e successivamente dividendo per $\operatorname{sen} ha\,\frac{\partial\omega}{\partial u}$ otterremo

$$\frac{\partial(\omega-\vec{\varphi})}{\partial v} - \cos hb \operatorname{sen}\vec{\varphi}\cos\theta + \cot ha \operatorname{sen} hb \operatorname{sen}\omega\cos\theta + \operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega = 0\,,$$

da cui finalmente

$$(24)\qquad \frac{\partial\omega}{\partial v} = \frac{\partial\omega}{\partial v} + \cos hb \operatorname{sen}\vec{\varphi}\cos\theta - \cot ha \operatorname{sen} hb \operatorname{sen}\omega\cos\theta - \operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega\,,$$

che è un'altra equazione differenziale in ω, che coesiste colla (23), giacchè, come andiamo ora a provare, è identicamente soddisfatta la condizione d'integrabilità

$$(\beta)\qquad \frac{\partial}{dv}\left(\frac{\partial\omega}{\partial u}\right) = \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\partial\omega}{\partial v}\right).$$

Derivando infatti la (23) rispetto a v, troviamo

$$\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\partial\omega}{\partial u}\right) = -\cos hb\cot\sigma\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi})\,\frac{\partial(\omega-\vec{\varphi})}{\partial v}\,\frac{\partial\theta}{\partial u} +$$

$$+\left\{-\cot ha \operatorname{sen} hb + \cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})\right\}\cot\sigma\,\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}$$

ovvero, sostituendo a $\frac{\partial(\omega-\vec{\varphi})}{\partial v}$, $\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}$ i loro rispettivi valori (24) e (17),

$$\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\partial\omega}{\partial u}\right)=-\cos hb\cot\sigma\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi})\frac{\partial\theta}{\partial u}\Big\{\cos hb\operatorname{sen}\vec{p}\cos\theta-\cot ha\operatorname{sen}hb\operatorname{sen}\omega\cos\theta-\operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega\Big\}+$$
$$+\Big\{-\cot ha\operatorname{sen}hb+\cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})\Big\}\cot\sigma\cos hb\cos\theta\cos\vec{\varphi}\,\frac{\partial\theta}{\partial u}$$

e finalmente, eseguendo facili riduzioni,

$$\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\partial\omega}{\partial u}\right)=\Big\{\cos h^2b\cot\sigma\cos\theta\cos\omega+\cot ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cot\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\omega\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi})+$$
$$+\cos hb\operatorname{sen}\theta\cos\omega\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi})-\cot ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cot\sigma\cos\theta\cos\vec{\varphi}\Big\}\frac{\partial\theta}{\partial u}.$$

Analogamente, derivando la (24) rispetto ad u, abbiamo

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\partial\omega}{\partial v}\right)=\frac{\partial^2\vec{\varphi}}{\partial u\,\partial v}+\cos hb\cos\vec{\varphi}\cos\theta\frac{\partial\vec{\varphi}}{\partial u}-\cos hb\cos\operatorname{sen}\vec{\varphi}\operatorname{sen}\theta\frac{\partial\theta}{\partial u}-\cot ha\operatorname{sen}hb\cos\theta\cos\omega\frac{\partial\omega}{\partial u}+$$
$$+\cot ha\operatorname{sen}hb\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega\frac{\partial\theta}{\partial u}-\operatorname{tang}\sigma\cos\theta\cos\omega\frac{\partial\theta}{\partial u}+\operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega\frac{\partial\omega}{\partial u}$$

ovvero per le (23) e (17)

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\partial\omega}{\partial v}\right)=\Big[-\cos hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}\operatorname{sen}\theta-\cot ha\operatorname{sen}hb\cot\sigma\cos\omega\cos\theta\Big\{-\cot ha\operatorname{sen}hb+\cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})+$$
$$+\cot ha\operatorname{sen}hb\operatorname{sen}\omega\operatorname{sen}\theta-\operatorname{tang}\sigma\cos\theta\cos\omega+\operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega\Big\}-\cot ha\operatorname{sen}hb+$$
$$+\cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})\Big\}\cot\sigma\Big]\frac{\partial\theta}{\partial u}$$

e infine, riducendo,

$$\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\partial\omega}{\partial v}\right)=\Big\{-\cos hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}\operatorname{sen}\theta+\cot h^2a\operatorname{sen}h^2b\cot\sigma\cos\omega\cos\theta-$$
$$-\cot ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cot\sigma\cos\theta\cos\omega\cos(\omega-\vec{\varphi})-\operatorname{tang}\sigma\cos\theta\cos\omega+$$
$$+\cos hb\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega\cos(\omega-\vec{\varphi})\Big\}\frac{\partial\theta}{\partial u}.$$

Per la compatibilità dunque delle due equazioni (23) e (24) dovremo per la (β) verificare l'identità

$$\cos h^2b\cot\sigma\cos\theta\cos\omega+\cot ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cot\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\omega\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi})+$$
$$+\cos hb\operatorname{sen}\theta\cos\omega\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi})-\cot ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cot\sigma\cos\theta\cos\vec{\varphi}=$$
$$=-\cos hb\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\vec{\varphi}+\cot h^2a\operatorname{sen}h^2b\cot\sigma\cos\theta\cos\omega-\cot ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cot\sigma\cos\theta\cos\omega\cos(\omega-\vec{\varphi})-$$
$$-\operatorname{tang}\sigma\cos\theta\cos\omega+\cos hb\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega\cos(\omega-\vec{\varphi}).$$

Trasportando tutto nel 1° membro ed osservando che allora si ha identicamente

$$\cot ha \operatorname{sen} hb \cos hb \cot\sigma \cos\theta \operatorname{sen}\omega \operatorname{sen}(\omega - \vec{\varphi}) + \cot ha \operatorname{sen} hb \cos hb \cot\sigma \cos\theta \cos\omega \cos(\omega - \vec{\varphi}) -$$

$$- \cot ka \operatorname{sen} hb \cos hb \cot\sigma \cos\theta \cos\vec{\varphi} = \cot ha \operatorname{sen} hb \cos hb \cot\sigma \cos\theta \Big\{ \operatorname{sen}\omega \operatorname{sen}(\omega - \vec{\varphi}) +$$

$$+ \cos\omega \cos(\omega - \vec{\varphi}) - \cos\vec{\varphi} \Big\} = 0 ,$$

$$\cos hb \operatorname{sen}\theta \cos\omega \operatorname{sen}(\omega - \vec{\varphi}) - \cos hb \operatorname{sen}\theta \operatorname{sen}\omega \cos(\omega - \vec{\varphi}) + \cos hb \operatorname{sen}\theta \operatorname{sen}\vec{\varphi} =$$

$$= \cos hb \operatorname{sen}\theta \Big\{ \cos\omega \operatorname{sen}(\omega - \vec{\varphi}) - \operatorname{sen}\omega \cos(\omega - \vec{\varphi}) + \operatorname{sen}\vec{\varphi} \Big\} = 0 ,$$

come si vede subito sostituendo a $\operatorname{sen}(\omega - \vec{\varphi})$, $\cos(\omega - \vec{\varphi})$ i loro sviluppi, la predetta eguaglianza si semplificherà nella

$$\cos\theta \cos\omega (\cos h^2 b \cot\sigma - \cot h^2 a \operatorname{sen} h^2 b \cot\sigma + \operatorname{tang}\sigma) = 0$$

e questa a sua volta nella

$$\cos h^2 b \cos^2\sigma - \cot h^2 a \operatorname{sen}^2 b \cos^2\sigma + \operatorname{sen}^2\sigma = 0 ,$$

che per la (12) si riduce a

$$\cos h^2 b \cos^2\sigma - \cos h^2 a + \operatorname{sen}^2\sigma = 0$$

e che subito si verifica osservando che si ha

$$\cos h^2 b = 1 + \operatorname{sen} h^2 b = 1 + \operatorname{sen} h^2 a \cos^2\sigma .$$

Dimostrata così la coesistenza delle due equazioni (23) e (24), per la determinazione di ω, che è l'incognita del problema, dovremo integrare l'equazione ai differenziali totali

$$d\omega = \Big[- \cot ha \operatorname{sen} hb + \cos hb \cos(\omega - \vec{\varphi}) \Big] \cot\sigma \frac{\partial\theta}{\partial u} du + \Big[\frac{\partial\vec{\varphi}}{\partial v} + \cos hb \operatorname{sen}\vec{\varphi} \cos\theta -$$

$$- \cot ha \operatorname{sen} hb \cos\theta \operatorname{sen}\omega - \operatorname{tang}\sigma \operatorname{sen}\theta \cos\omega \Big] dv$$

che è del tipo di Riccati e che possiamo anche scriverla sotto la forma più semplice

$$(25) \quad d\omega = \frac{- \cos ha + \cos hb \cos\sigma \cos(\omega - \vec{\varphi})}{\operatorname{sen}\sigma} \cdot \frac{\partial\theta}{\partial u} du + \Big[\frac{\partial\vec{\varphi}}{\partial v} + \cos hb \operatorname{sen}\vec{\varphi} \cos\theta -$$

$$- \frac{\cos ha \operatorname{sen}\omega \cos\theta + \operatorname{sen}\sigma \operatorname{sen}\theta \cos\omega}{\cos\sigma} \Big] dv .$$

In essa θ e $\vec{\varphi}$ sono funzioni note di u e v ed a, b, σ sono tre costanti collegate tra loro per mezzo della (12) e delle quali la b è fissa per tutte le trasformate; di guisa che, contenendo ω oltre la σ un'altra costante arbitraria, quella proveniente dall'integrazione della (25), le (19) ci rappresenteranno una doppia infinità si superficie S', che ora dimostreremo appartenenti alla medesima classe delle S.

§ IV.

Verifiche relative alle superficie trasformate.

6. Mostreremo in primo luogo che la forma dell'elemento lineare delle nostre superficie, riferite alle linee coordinate u e v, che sappiamo già essere ortogonali, è precisamente la stessa di quella che abbiamo trovata per la S.

Eliminando infatti $\frac{\partial\theta}{\partial u}$ fra le (22) e (23) ed osservando la (12), abbiamo intanto

$$E' = \frac{\operatorname{sen} h^2 a}{\cos^2\sigma}\left(\frac{\partial\omega}{du}\right)^2 = \operatorname{sen} h^2 b\left(\frac{\partial\omega}{\partial u}\right)^2; \tag{26}$$

mentre eliminando $\frac{\partial(\omega-\vec{\varphi})}{\partial v}$ fra la 2ª delle (20) e la (24), troviamo

$$\frac{\partial x'}{\partial v} = -\operatorname{sen} ha\cos\omega\Big\{\operatorname{sen} hb\cos\theta\cdot x + (\cot ha\operatorname{sen} hb\cos\theta\operatorname{sen}\omega + \operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega)\,\xi - \tag{27}$$
$$-\operatorname{sen}\theta\cdot\eta + (\cot ha\operatorname{sen} hb\cos\theta\cos\omega - \operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega)\,\zeta\Big\},$$

da cui

$$G' = \sum_1^3\left(\frac{\partial x_i'}{\partial v}\right)^2 - \left(\frac{\partial x_0'}{\partial v}\right)^2 = \operatorname{sen} h^2 a\cos^2\omega\Big\{-\operatorname{sen} h^2 b\cos^2\theta + \cot h^2 a\operatorname{sen} h^2 b\cos^2\theta +$$
$$+\operatorname{tang}^2\sigma\operatorname{sen}^2\theta + \operatorname{sen}^2\theta\Big\}$$

e semplificando

$$G' = \operatorname{sen} h^2 b\cos^2\omega \tag{28}$$

con che

$$ds'^2 = \operatorname{sen} h^2 b\left\{\left(\frac{\partial\omega}{\partial u}\right)^2 du^2 + \cos^2\omega\, dv^2\right\} \tag{29}$$

sarà il quadrato dell'elemento lineare di S' che come si vede ha la forma stessa di quello che abbiamo trovato alla fine del § II per la S, ove ω insieme ad un'altra quantità che introdurremo soddisfano, come dimostreremo, a un sistema di due equazioni differenziali simultanee perfettamente analoghe alle (17).

7. Passiamo ora a dimostrare che le linee coordinate u e v sono di curvatura per la S'; basterà che lo proviamo per uno dei due sistemi, p. e. per quello delle v.

Indicando perciò con ξ_i' i coseni direttori della normale alla superficie e con R un fattore di proporzionalità, dovremo verificare l'equazione

$$\frac{\partial\xi_i'}{\partial u} = R\frac{\partial x_i'}{\partial u}, \tag{30}$$

ove $\frac{1}{R}$ non sarà altro che il corrispondente raggio di curvatura principale della superficie.

Intanto, se eliminiamo la quantità $\frac{\partial\theta}{\partial u}$ fra la 1ª delle (20) e la (23), troveremo

$$\frac{\partial x'}{\partial u} = \operatorname{sen} ha \operatorname{tang}\sigma\,(\cot\sigma\cos\omega\cdot\xi + \eta - \cot\sigma\operatorname{sen}\omega\cdot\zeta)\frac{\partial\omega}{\partial u}; \tag{31}$$

mentre per calcolare le ξ' porremo

$$\xi' = \lambda_1 x + \lambda_2\xi + \lambda_3\eta + \lambda_4\zeta, \tag{32}$$

ove le λ sono quattro incognite che dovranno soddisfare le equazioni di condizione

$$\begin{cases} \sum_1^3 \xi_i' x_i' - \xi_0' x_0' = -\lambda_1\cot ha + \lambda_2\operatorname{sen}\omega + \lambda_4\cos\omega = 0, \\ \sum_1^3 \xi_i' \frac{\partial x_i'}{\partial u} - \xi_0' \frac{\partial x_0'}{\partial u} = \lambda_2\cos\omega + \lambda_3\operatorname{tang}\sigma - \lambda_4\operatorname{sen}\omega = 0, \\ \sum_1^3 \xi_i' \frac{\partial x_i'}{\partial v} - \xi_0' \frac{\partial x_0'}{\partial v} = -\lambda_1\operatorname{sen} hb\cos\theta + (\cot ha\operatorname{sen} hb\operatorname{sen}\omega\cos\theta + \operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega)\lambda_2 - \lambda_3\operatorname{sen}\theta + \\ \qquad + (\cot ha\operatorname{sen} hb\cos\omega\cos\theta - \operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega)\, h_4 = 0 \end{cases} \tag{33}$$

che immediatamente se ne deducono sostituendo alle quantità che figurano nei primi membri di esse i loro valori dati dalle (19), (27), (31) e (32) e alle quali dovremo aggiungere l'altra

$$\sum_1^3 \xi_i'^2 - \xi_0'^2 = -\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \lambda_3^2 + \lambda_4^2 = 1, \tag{34}$$

la quale esprime che le ξ' sono effettivamente i coseni di una direzione.

Dalle (33) potremo ricavare le λ a meno di un fattore di proporzionalità che sarà determinato dalla (34), ed eseguendo i calcoli relativi, troveremo facilmente i valori

$$\lambda_1 = \operatorname{sen} ha\operatorname{sen}\theta,\quad \lambda_2 = \cos ha\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega - \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\omega,$$
$$\lambda_3 = \cos\theta\cos\sigma,\quad \lambda_4 = \cos ha\operatorname{sen}\theta\cos\omega + \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\omega,$$

che, sostituiti nella (32), daranno luogo alle formole

$$\xi' = \operatorname{sen} ha\operatorname{sen}\theta x + (\cos ha\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega - \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\omega)\,\xi + \cos\sigma\cos\theta\cdot\eta + \tag{35}$$
$$+ (\cos ha\operatorname{sen}\theta\cos\omega + \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\omega)\,\zeta.$$

Volendo calcolare anche i coseni direttori delle tangenti alle v ed u, se li indichiamo con η', ζ', abbiamo intanto le eguaglianze

$$\eta' = \frac{1}{\sqrt{E'}}\frac{\partial x'}{\partial u},\quad \zeta' = \frac{1}{\sqrt{G'}}\frac{\partial x'}{\partial v};$$

e poichè le (27) e (31) si trasformano per la (12) rispettivamente nelle

$$(36)\qquad \frac{\partial x'}{\partial v} = -\operatorname{sen} hb\cos\omega\Big[\operatorname{sen} ha\cos\theta\cdot x + (\cos ha\cos\theta\operatorname{sen}\omega + \operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega)\,\xi - \\ -\cos\sigma\operatorname{sen}\theta\cdot\eta + (\cos ha\cos\theta\cos\omega - \operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega)\,\zeta\Big],$$

$$(37)\qquad \frac{\partial x'}{\partial a} = \operatorname{sen} hb\,\frac{\partial\omega}{\partial u}(\cos\sigma\cos\omega\cdot\xi + \operatorname{sen}\sigma\cdot\eta - \cos\sigma\operatorname{sen}\omega\cdot\zeta),$$

basterà osservare i valori (26) e (28) che abbiamo trovati pei coefficienti E' e G' dell'elemento lineare (29) della S' per dedurne subito le formole

$$(38)\qquad \begin{cases} \eta' = \cos\sigma\cos\omega\cdot\xi + \operatorname{sen}\sigma\cdot\eta - \cos\sigma\operatorname{sen}\omega\cdot\zeta, \\ \zeta' = -\operatorname{sen} ha\cos\theta\cdot x - (\cos ha\cos\theta\operatorname{sen}\omega + \operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega)\,\xi + \cos\sigma\operatorname{sen}\theta\cdot\eta - \\ \qquad -(\cos ha\cos\theta\cos\omega - \operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega)\,\zeta \end{cases}$$

che sono precisamente quelle che volevamo determinare.

Per poter verificare le (30) che, come sappiamo, esprimono le condizioni che debbono aver luogo perchè le linee v siano di curvatura per la S', dobbiamo ora derivare le (35) rispetto alla variabile u. Eseguendo i calcoli relativi e facendo uso della (23) e delle (C), tenendo sempre presente la (12), giungeremo facilmente ad eguaglianze di questa forma

$$(39)\qquad \frac{\partial\xi'}{\partial u} = A\xi + B\eta + C\zeta,$$

ove A, B, C sono tre quantità che hanno i valori seguenti:

$$(40)\qquad \begin{cases} A = \Big[\cos ha\cos\theta\operatorname{sen}\omega + (\cos ha\operatorname{sen}\theta\cos\omega + \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\omega)\,(-\cot ha\operatorname{sen} hb + \cos hb\cos(\omega-\varphi))\cot\sigma + \\ \qquad + \operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega - \cos\sigma\cos hb\cos\theta\operatorname{sen}\varphi\Big]\dfrac{\partial\theta}{\partial u}, \\ B = \Big[-\operatorname{sen} ha\operatorname{sen} hb\operatorname{sen}\theta - \cos\sigma\operatorname{sen}\theta + \cos hb\operatorname{sen}\varphi\,(\cos ha\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega - \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\omega) + \\ \qquad + \cos hb\cos\varphi\,(\cos ha\operatorname{sen}\theta\cos\omega + \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\omega)\Big]\dfrac{\partial\theta}{\partial u}, \\ C = \Big[-\cos\sigma\cos hb\cos\theta\cos\varphi - (\cos ha\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega - \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\omega)\times \\ \qquad \times(-\cot ha\operatorname{sen} hb + \cos hb\cos(\omega-\varphi)\cot\sigma + \cos ha\cos\theta\cos\omega - \operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega\Big]\dfrac{\partial\theta}{\partial u}. \end{cases}$$

A voler dunque che sia soddisfatta la (30) bisognerà che i coefficienti di ξ, η, ζ che compariscono nelle (31) e (39) siano proporzionali tra loro; che cioè sussistano le eguaglianze identiche

$$(41)\qquad \frac{A}{\cot\sigma\cos\omega} = \frac{B}{1} = \frac{C}{-\cot\sigma\operatorname{sen}\omega}.$$

Per verificare quella formata dai primi due rapporti, basterà dimostrare l'equivalente

$$A\operatorname{sen}\sigma - B\cos\sigma\cos\omega = 0\,, \tag{42}$$

nella quale ad A e B dovranno essere restituiti i loro valori (40); ma se si osserva che allora si ha identicamente

$$\cos ha\operatorname{sen}\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\omega - \cot ha\operatorname{sen}hb\operatorname{sen}\sigma\cos\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\omega = 0\,,$$

$$\operatorname{sen}^2\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega + \cos^2\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega - \cot ha\cos ha\operatorname{sen}hb\cos\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega +$$

$$+ \operatorname{sen}ha\operatorname{sen}hb\cos\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega = (1 - \cos h^2 a + \operatorname{sen}h^2 a)\operatorname{sen}\theta\cos\omega = 0\,,$$

sopprimendo dai termini che rimangono nella (42) il fattore comune $\cos hb\cos\sigma$, si otterrà l'eguaglianza

$$\cos ha\operatorname{sen}\theta\cos\omega\cos(\omega - \vec{\varphi}) + \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\omega\cos(\omega - \vec{\varphi}) - \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\operatorname{sen}\vec{\varphi} -$$

$$- \cos ha\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\vec{\varphi}\operatorname{sen}\omega\cos\omega + \operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\vec{\varphi}\cos\theta\cos^2\omega - \cos ha\operatorname{sen}\theta\cos\vec{\varphi}\cos^2\omega - \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\vec{\varphi}\operatorname{sen}\omega\cos\omega = 0$$

che immediatamente si verifica sostituendo a $\cos(\omega - \vec{\varphi})$ il suo sviluppo.

Per dimostrare quella

$$\frac{B}{1} = -\frac{C}{\cot\sigma\operatorname{sen}\omega}$$

degli altri due rapporti della (41), riduciamo a forma intera e si avrà

$$B\cos\sigma\operatorname{sen}\omega + C\operatorname{sen}\sigma = 0,$$

dove anche qui a B e a C intenderemo sostituiti i loro valori (40); ma poichè nello sviluppo che ne consegue

$$-\cos^2\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega - \operatorname{sen}ha\operatorname{sen}hb\cos\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega + \cos ha\cot ha\cos\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega -$$

$$-\operatorname{sen}^2\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega = (-1 - \operatorname{sen}h^2 a + \cos h^2 a)\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega = 0\,,$$

$$-\cot ha\operatorname{sen}hb\operatorname{sen}\sigma\cos\sigma\cos\theta\cos\omega + \cos ha\operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\omega =$$

$$= (-\cot ha\operatorname{sen}hb\cos\sigma + \cos ha)\operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\omega = 0\,,$$

sopprimendo dai termini che rimangono il fattore comune $\cos hb\cos\sigma$, si otterrà l'eguaglianza identica

$$\cos ha\operatorname{sen}\vec{\varphi}\operatorname{sen}^2\omega - \operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\vec{\varphi}\cos\theta\operatorname{sen}\omega\cos\omega + \cos ha\operatorname{sen}\theta\cos\vec{\varphi}\operatorname{sen}\omega\cos\omega +$$

$$+ \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\vec{\varphi}\operatorname{sen}^2\omega - \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\vec{\varphi} - \cos ha\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}\omega\cos(\omega - \vec{\varphi}) + \operatorname{sen}\sigma\cos\theta\cos\omega\cos(\omega - \vec{\varphi}) = 0$$

che si rende anche qui subito manifesta, sostituendo a $\cos(\omega - \vec{\varphi})$ il suo sviluppo.

8. Dimostrate così le (41) e per conseguenza le (36) che esprimono, come sappiamo, le condizioni affinchè le linee v di S' siano di curvatura, passiamo a determinare il fattore R di proporzionalità, il cui significato geometrico, come abbiamo sopra osser-

vato, non è altro che l'inversa del corrispondente raggio principale di curvatura ρ'_2 della superficie, e pel quale troveremo ora un'espressione perfettamente analoga alla (14) che ci dà il valore ρ_2 della S.

Dalle (30) infatti, sostituendo a $\frac{\partial x'}{\partial u}$, $\frac{\partial \xi'}{\partial u}$ i loro valori (37) e (39) e avendo riguardo alla proporzionalità che sappiamo esistere fra i coefficienti di ξ, η, ζ delle due espressioni, si deduce intanto

$$R = \frac{1}{\rho'_2} = \frac{B}{\operatorname{sen}\sigma \operatorname{sen} hb \frac{\partial \omega}{\partial u}}; \tag{43}$$

ma poichè nell'espressione di B data dalla 2.ª delle (40) si ha

$$\operatorname{sen} ha \operatorname{sen} hb \operatorname{sen}\theta + \cos\sigma \operatorname{sen}\theta = \operatorname{sen} h^2 b \cos\sigma \operatorname{sen}\theta + \cos\sigma \operatorname{sen}\theta = \cos h^2 b \cos\sigma \operatorname{sen}\theta,$$

sarà

$$B = \cos hb \Big[-\cos hb \cos\sigma \operatorname{sen}\theta + \operatorname{sen}\vec{\varphi} (\cos ha \operatorname{sen}\theta \operatorname{sen}\omega - \operatorname{sen}\sigma \cos\theta \cos\omega) +$$
$$+ \cos\vec{\varphi} (\cos ha \operatorname{sen}\theta \cos\omega + \operatorname{sen}\sigma \cos\theta \operatorname{sen}\omega) \Big] \frac{\partial \theta}{\partial u} =$$
$$= \cos hb \Big[-\cos hb \cos\sigma \operatorname{sen}\theta + \cos ha \operatorname{sen}\theta \cos(\omega - \vec{\varphi}) + \operatorname{sen}\sigma \cos\theta \operatorname{sen}(\omega - \vec{\varphi}) \Big] \frac{\partial \theta}{\partial u},$$

e quindi eliminando $\frac{\partial \omega}{\partial u}$ fra le (23) e (43), ne dedurremo

$$\frac{1}{\rho'_2} = \cot hb \, \frac{\left[\cos ha \cos(\omega - \vec{\varphi}) - \cos hb \cos\sigma\right] \operatorname{sen}\theta + \operatorname{sen}\sigma \cos\theta \operatorname{sen}(\omega - \vec{\varphi})}{-\cos ha + \cos hb \cos\sigma \cos(\omega - \vec{\varphi})}, \tag{44}$$

ove il coefficiente di $\cot hb$, come ora dimostreremo, può porsi eguale a un seno.

Posto infatti

$$\begin{cases} \omega - \vec{\varphi} = \psi, \\ \Psi = \dfrac{(\cos ha \cos\psi - \cos hb \cos\sigma) \operatorname{sen}\theta + \operatorname{sen}\sigma \operatorname{sen}\psi \cos\theta}{-\cos ha + \cos hb \cos\sigma \cos\psi}, \end{cases} \tag{45}$$

dovremo dimostrare che il valore assoluto di ψ è minor d'uno, cioè che sussiste la disuguaglianza

$$1 - \psi^2 > 0.$$

A tale oggetto osserviamo che, avendosi

$$1 - \Psi^2 = \frac{(-\cos ha + \cos hb \cos\sigma \cos\psi)^2 - \left\{(\cos ha \cos\psi - \cos hb \cos\sigma) \operatorname{sen}\theta + \operatorname{sen}\sigma \cos\theta \operatorname{sen}\psi\right\}^2}{(-\cos ha + \cos hb \cos\sigma \cos\psi)^2}, \tag{46}$$

moltiplicando il 1.° termine del numeratore per $\text{sen}^2\theta + \cos^2\theta$, esso assumerà la forma

$$L\,\text{sen}^2\theta - 2M\,\text{sen}\theta\cos\theta + N\cos^2\theta, \tag{47}$$

ove L, M, N hanno rispettivamente i valori

$$\begin{cases} L = (-\cos ha + \cos hb\cos\sigma\cos\psi)^2 - (\cos ha\cos\psi - \cos hb\cos\sigma)^2, \\ M = \text{sen}\sigma\,\text{sen}\psi\,(\cos ha\cos\psi - \cos hb\cos\sigma), \\ N = (-\cos ha + \cos hb\cos\sigma\cos\psi)^2 - \text{sen}^2\sigma\,\text{sen}^2\psi\,. \end{cases} \tag{48}$$

Ora, poichè sviluppando si trova facilmente

$$L = \text{sen}^2\sigma\,\text{sen}^2\psi,\quad N = (\cos ha\cos\psi - \cos hb\cos\sigma)^2, \quad (\star)$$

sarà evidentemente

$$M^2 = LN,$$

e perciò il trinomio (47) sarà un quadrato perfetto e precisamente del binomio

$$\sqrt{L}\,\text{sen}\theta - \sqrt{N}\cos\theta\,;$$

ricordando che il trinomio stesso non è altro che il numeratore della frazione che forma il secondo membro della (46), sarà per conseguenza

$$1 - \Psi^2 > 0\,,$$

cioè

$$\Psi^2 < 1$$

e quindi sarà lecito porre

$$\Psi = \text{sen}\varphi'$$

rappresentando φ' un angolo reale. Quanto a ρ_2', osservata la (44) e la 2.ª delle (45), otterremo subito la formola

$$\frac{1}{\rho_2'} = \cot hb\,\text{sen}\varphi', \tag{44'}$$

(*) Si ha infatti

$$L = \text{sen}^2\psi\,(\cos h^2a - \cos h^2b\cos^2\sigma) = \text{sen}^2\psi\,(1 + \text{sen}h^2b\cos^2\sigma - \cos h^2b\cos^2\sigma) = \text{sen}^2\psi\text{sen}^2\sigma,$$
$$N = \cos h^2a - 2\cos ha\cos hb\cos\sigma\cos\psi + \cos h^2b\cos^2\sigma\cos^2\psi - \text{sen}^2\sigma\text{sen}^2\psi$$
$$= \cos h^2a\,(\cos^2\psi + \text{sen}^2\psi) - 2\cos ha\cos hb\cos\sigma\cos\psi + \cos h^2b\cos^2\sigma\cos^2\psi - \text{sen}^2\sigma\text{sen}^2\psi$$

ma

$$\cos h^2a\,\text{sen}^2\psi + \cos h^2b\cos^2\sigma\cos^2\psi - \text{sen}^2\sigma\text{sen}^2\psi = (1 + \text{sen}h^2b\cos^2\sigma - \text{sen}^2\sigma)\,\text{sen}^2\psi + \cos h^2b\cos^2\sigma\cos^2\psi =$$
$$= \cos^2\sigma\,(1 + \text{sen}h^2b)\,\text{sen}^2\psi + \cos h^2b\cos^2\sigma\cos^2\psi = \cos h^2b\cos^2\sigma$$

per conseguenza sarà

$$N = \cos h^2a\cos^2\psi - 2\cos ha\cos hb\cos\sigma\cos\psi + \cos h^2b\cos^2\sigma = (\cos ha\cos\psi - \cos hb\cos\sigma)^2.$$

che, conformemente alle nostre affermazioni, non differisce nella forma dalla (14) che rappresenta il valore di $\frac{1}{\rho_2}$ relativo alla S.

9. Per completare i nostri calcoli dovremmo ora determinare ρ_1'; ma converrà prima che costruiamo il sistema delle due equazioni differenziali simultanee cui debbono soddisfare le quantità ω e $\vec{\varphi}'$ che figurano nelle formole di questo §, sistema che troveremo identico nella forma a quello delle (17) che abbiamo determinato nel § II per le corrispondenti funzioni θ e $\vec{\varphi}$.

Si ha infatti per la (46) e ricordando che abbiamo posto $\Psi = \operatorname{sen}\vec{\varphi}'$,

$$(49)\quad \cos\vec{\varphi}' = \frac{\sqrt{L}\operatorname{sen}\theta - \sqrt{N}\cos\theta}{-\cos ha + \cos hb\cos\sigma\cos(\omega-\vec{\varphi})} = \varepsilon\frac{\operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi}) - \left\{\cos ha\cos(\omega-\vec{\varphi}) - \cos hb\cos\sigma\right\}\cos\theta}{-\cos ha + \cos hb\cos\sigma\cos(\omega-\vec{\varphi})}$$

con $\varepsilon = \pm 1$, mentre derivando logaritmicamente la (23) rispetto a v otterremo

$$\frac{\frac{\partial^2\omega}{\partial u\,\partial v}}{\frac{\partial\omega}{\partial u}} = \frac{-\cos hb\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi})\frac{\partial(\omega-\vec{\varphi})}{\partial v}}{-\cot ha\operatorname{sen}hb + \cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})} + \frac{\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}}{\frac{\partial\theta}{\partial u}},$$

ovvero per la 1.ª delle (17) e la (24)),

$$(50)\quad \frac{\frac{\partial^2\omega}{\partial u\,\partial v}}{\frac{\partial\omega}{\partial u}} = \frac{-\cos hb\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi})\operatorname{sen}ha(\cos hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}\cos\theta - \cot ha\operatorname{sen}hb\operatorname{sen}\omega\cos\theta - \operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega)}{-\cos ha\operatorname{sen}hb + \operatorname{sen}ha\cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})} + \\ + \cos hb\cos\theta\cos\vec{\varphi}.$$

Eseguendo la somma indicata, si otterrà per il numeratore della frazione risultante, che indicheremo con Ω, l'espressione

$$\Omega = \operatorname{sen}ha\cosh^2 b\cos\theta\cos\omega + \cos ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cos\theta\operatorname{sen}\omega\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi}) + \\ + \operatorname{sen}ha\cos hb\operatorname{tang}\sigma\operatorname{sen}\theta\cos\omega\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi}) - \cos ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cos\theta\cos\vec{\varphi};$$

ma

$$\cos ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cos\theta\operatorname{sen}\omega\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi}) - \cos ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cos\theta\cos\vec{\varphi} = \\ = \cos ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cos\theta\left\{\operatorname{sen}\omega\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi}) - \cos\vec{\varphi}\right\} = -\cos ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cos\theta(\cos\vec{\varphi}\cos^2\omega + \operatorname{sen}\omega\cos\omega\operatorname{sen}\vec{\varphi}) = \\ = -\cos ha\operatorname{sen}hb\cos hb\cos\theta\cos\omega\cos(\omega-\vec{\varphi}),$$

per conseguenza sarà

$$\Omega = \left\{\operatorname{sen}ha\cos hb\cos\theta - \cos ha\operatorname{sen}hb\cos(\omega-\vec{\varphi}) + \operatorname{sen}hb\operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi})\right\}\cos hb\cos\omega;$$

sostituendo quindi questo valore nella (50) avremo

$$\frac{\frac{\partial^2\omega}{\partial u\,\partial v}}{\frac{\partial\omega}{\partial u}} = \frac{\operatorname{sen}hb\operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi}) - \left\{\cos ha\operatorname{sen}hb\cos(\omega-\vec{\varphi}) - \operatorname{sen}ha\cos hb\right\}\cos\theta}{-\cos ha\operatorname{sen}hb + \operatorname{sen}ha\cos hb\cos(\omega-\vec{\varphi})}\cdot\cos hb\cos\omega$$

e finalmente, osservate le (12) e (29),

$$\frac{\partial^2\omega}{\partial u\,\partial v} - \varepsilon\cos hb\cos\omega\cos\vec{\varphi}'\frac{\partial\theta}{\partial u} = 0. \tag{51}$$

Questa coincide esattamente con la 1.ª delle (17) quando si prenda $\varepsilon = 1$, e allora verrà anche a sparire l'indeterminazione di segno che figura nel valore (49) di $\cos\vec{\varphi}'$, che sarà perciò espresso dalla formola

$$\cos\vec{\varphi}' = \frac{\operatorname{sen}\sigma\operatorname{sen}\theta\operatorname{sen}(\omega-\vec{\varphi}) - \left\{\cos ha\cos(\omega-\vec{\varphi}) - \cos hb\cos\sigma\right\}\cos\theta}{-\cos ha + \cos hb\cos\sigma(\omega-\vec{\varphi})}; \tag{52}$$

mentre si avrà per ω l'equazione

$$\frac{\partial^2\omega}{\partial u\,\partial v} - \cos hb\cos\omega\cos\vec{\varphi}'\frac{\partial\omega}{\partial u} = 0\,. \tag{53}$$

Con un calcolo analogo a quello che abbiamo soguito per determinare il raggio principale di curvatura di ρ_2' si potrebbe ottenere il raggio ρ_1' relativo alle u, ma è più semplice far uso delle equazioni del sistema (B), che valgono evidentemente, dopo quanto abbiamo dimostrato, anche quando alla quantità che in esse figurano s' intendano sostituite le corrispondenti della superficie trasformata S'.

Sostituiamo a tal uopo nella 1.ª ad E', $\frac{1}{\rho_2'}$, rispettivamente i valori (26) e (44') e avremo

$$\left(\frac{1}{\rho_1'} - \cot hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}'\right)\frac{\frac{\partial^2\omega}{\partial u\,\partial v}}{\frac{\partial\omega}{\partial u}} - \cot hb\cos\vec{\varphi}'\frac{\partial\vec{\varphi}'}{\partial v} = 0\,,$$

ovvero per la (53)

$$\left(\frac{1}{\rho_1'} - \cot hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}'\right)\cos hb\cos\omega\cos\vec{\varphi}' - \cot hb\cos\vec{\varphi}'\frac{\partial\vec{\varphi}'}{\partial v} = 0\,,$$

da cui

$$\frac{1}{\rho_1'} = \cot hb\operatorname{sen}\vec{\varphi}' + \frac{1}{\operatorname{sen}hb\cos\omega}\frac{\partial\vec{\varphi}'}{\partial v}\,, \tag{54}$$

espressione che non differisce dalla corrispondente (16) di $\frac{1}{\rho_1}$ altro che nelle quantità θ e $\vec{\varphi}$ rispettivamente sostituite dalle ω e $\vec{\varphi}'$.

Facendo le analoghe sostituzioni nella 2.ª delle (B) si troverà subito l'equazione

$$\frac{\partial^2 \vec{\varphi}'}{\partial u \partial v} \cos hb \cos\omega \cos\vec{\varphi}' \frac{\partial \vec{\varphi}'}{\partial u} = 0,$$

corrisponde precisamente alla 2.ª delle (17); mentre la 3.ª si dovrà ridurre evidentemente a un'identità, come del resto sarebbe facile verificare.

Osservazione. Il metodo che abbiamo esposto per la risoluzione del nostro problema presuppone, quando si rimanga nel campo reale, che la curvatura delle linee che si considerano sia maggior d'uno. In tale ipotesi i circoli osculatorî e per conseguenza anche le sfere osculatrici essendo a centro reale, nella rappresentazione conforme dello spazio iperbolico sull'ordinario le sfere corrispondenti non incontreranno il piano limite e saranno tutte da una medesima parte di esso. Però siccome in tal caso il rapporto della distanza da questo piano del centro d'ogni sfera al rispettivo raggio dove avesse un valore costante e maggior d'uno, potremo dire che nello spazio euclideo le sfere osculatrici delle curve considerate taglieranno il piano stesso sotto un angolo immaginario costante.

Volendo trattare la questione stessa nell'ipotesi che l'incontro delle sfere col piano abbia effettivamente luogo e quindi che l'angolo costante che formano con esso sia reale, siccome le curve corrispondenti dello spazio iperbolico sono allora a flessione costante minor d'uno, e perciò i loro circoli osculatori sono a centro ideale, la costruzione indicata non sarà evidentemente più applicabile. Però, potendosi anche qui dimostrare che le traiettorie isogonali dei cerchi di curvatura delle superficie canali ad asse ideale che si possono ancora considerare sono curve della stessa flessione costante (minor d'uno) questa proprietà, convenientemente utilizzata, porterà alla risoluzione effettiva del problema anche in questo secondo caso.

SUL CALCARE DI CRESTA DEL GALLO NELL'AVELLINESE

Nota dell' Ing. B. GALDI

presentata dall' Accademico Onorario

Prof. VITTORIO SIMONELLI

nell' Adunanza del 24 maggio 1914.

In una nota pubblicata nel *Bollettino del R. Comitato Geologico* (1912) M. Cassetti (1) si occupa brevemente del calcare che affiora sulla sommità del rilievo montuoso formante spartiacque tra la Valle del Sele e quella dell'Ofanto. L'autore, che afferma di averlo ritenuto eocenico fin dal 1889, ricorda che il Dott. V. Simonelli lo riferì alcuni anni or sono (2) al periodo cretacico; ed egli insiste nel supporlo eocenico avendolo riconosciuto intercalato nelle argille eoceniche, anzi sovrapposto a quelle che, affacciandosi nel fianco sud-est del detto monte, discendono nella Valle del Sele, e sottostante alle argille che insieme con strati di arenaria affiorano sotto Teora nella valle dell'Ofanto. Le sue conclusioni sono state confermate dal fatto che la maggior galleria dell'acquedotto pugliese, attraversante quello sprone spartiacque, non rinvenne in profondità il detto calcare.

Avendo a mia volta avuto occasione di visitare quella regione ed altre limitrofe, interessantissime per le copiose emanazioni idrocarburate che vi si conoscono, ho potuto convincermi che Cassetti ha perfettamente ragione e che i calcari della Cresta del Gallo riposano, in stratificazione concordante, con le testate rivolte verso la valle del Sele, sugli strati vari della serie argillosa eocenica. Non mi è parso però che essi siano intercalati, come si deduce dalla sezione che accompagna la nota di Cassetti. Quei calcari a me sembrarono sovrapposti, cioè superiori a tutte le assise eoceniche affioranti in quel tratto del crinale spartiacque: ma, non avendo spinto le mie perlustrazioni molto in basso a valle di Teora, non escludo che da quel lato possa apparire qualche strato superiore del *flysch* appoggiato sui calcari. Ciò che interessa di mettere in chiaro è che non si tratta di *spuntoni* appartenenti ad una massa calcarea situata alla base del *flysch*. Resta intanto da chiarire una quistione importantissima, quella dei fossili che si rinvengono in detto calcare ed in altri affioramenti similmente disposti sul medesimo crinale. I fossili raccolti da Cas-

(1) M. Cassetti. — Relazione preliminare sulla campagna del 1912. Campania.

(2) V. Simonelli. — Risultati dell'ispezione geol. compiuta nel sett. 1906 sul percorso della prima tratta del 1° tronco dell'acquedotto pugliese.

setti, secondo la determinazione fattane con riserva dal Dott. Prever, appartengono a specie dell'eocene e del miocene; ma non è da escludere che il Dott. Simonelli abbia potuto rinvenirvi delle rudiste.

Non è la prima volta che fossili cretacei vengono segnalati nei piccoli massicci calcarei che a guisa di scogli emergono fra gli strati del *flysch* eocenico sia dell'alta Valle del Sele come della Valle dell'Ufita, dell'Ofanto, ecc. Ricorderò a tal proposito che già molti anni fa il Prof. Capellini aveva raccolto un frammento di *Hippurites Cornupastoris* nelle argille scagliose dell'Arianese, per cui credette di dover ascrivere al cretaceo una parte del *flysch* di quella regione (1). Più tardi parve a Taramelli (2) che taluni massi di calcari a rudiste di quelle località, ritenuti erratici da Salmoiraghi, fossero in realtà frammenti di interstrati « in quella parte delle argille scagliose che spetta alla creta »; e ciò non solo per la suddetta scoperta del Capellini ma anche perchè egli stesso presso Bisacce, in due punti, osservò l'alternanza di strati calcarei zeppi di rudiste con argille scagliose. Non gli fu possibile raccogliere dei frammenti determinabili, ma dalle sezioni meglio conservate apparivano manifesti i caratteri delle ippuriti e delle sferuliti. E notò: « Presso ai rilievi calcari, sia per prevalenza di rocce compatte, sia per avvenute contor- « sioni e per scorrimenti che non si possono precisare in brevi escursioni, si passa rapida- « mente dalle brecce a rudiste ai calcari nummulitici; ma allontanandosi dalle aree che si « direbbero di più intensa attività biologica, le marne prevalgono, si fanno potenti, assu- « mono la screziatura e la scagliosità caratteristica della summentovata formazione e se « non fossero gl'interstrati di rocce con rudiste, si direbbe di essere in pieno eocene ». Ed è probabile che pure per ragioni paleontologiche De Lorenzo abbia supposto secondari i calcari affioranti sulla sella di Conza (quelli di Cresta del Gallo), avendo ritenuto (3) che essi rappresentano la parte più elevata delle sottostanti masse mesozoiche fratturate, « che la denudazione ha cominciato a liberare dal mantello terziario ».

È un fatto che su tutte le pendici delle arrotondate colline del *flysch* dell'alta Valle dell'Ofanto e del Sele vedonsi sporgere, a guisa di punte o guglie, degli scogli calcarei, a volte di dimensioni così limitate da rassomigliare a massi erratici; e sebbene per la natura franosa dei terreni argillo-scistosi, da cui sembrano spuntar fuori, non sia possibile stabilire il loro esatto rapporto stratigrafico col *flysch*, tuttavia per numerose osservazioni in quelle località ho dovuto convincermi che quegli isolotti stanno, in generale, sopra le argille scagliose. Ciò è abbastanza evidente sia per i numerosi massi disseminati sul fianco destro della Valle dell'Ufita, a sud di Frigento, sia per quelli che affiorano nel vallone del Fredane, cioè nel versante opposto del crinale sopra la Val d'Ansanto. Ma dove la sovrapposizione dei calcari sul *flysch* è più chiara è precisamente nel masso di Monticchio, che cavalcando il vallone del Fredane si prolunga sino a Rocca S. Felice. Chi percorre il letto

---

(1) Capellini G. — Ariano e dintorni. Cenni geol. sulle Valli dell'Ufita, del Calore, e del Cervaro (*Mem. Acc. Ist. di Bologna*. S. II, T. VIII).

(2) Taramelli I. — Osservazioni stratigrafiche sulla prov. di Avellino (*Rend. Ist. Lomb. di Sc. e Lett.* S. II, Vol. 19. 1886).

(3) De Lorenzo. — Studio geológico del M. Vulture (*Atti Acc. Sc. di Napoli*. V. X, S. II, 1899).

del torrente, risalendolo dal vallone del Rio di C. Nicolette verso i mulini scaglionati sotto S. Angelo dei Lombardi, può notare che l'affioramento calcareo detto di Monticchio (da *Mons Aequus*, e che la leggenda popolare ritiene un vulcano spento, forse per la natura bituminosa di vari strati di molassa e calcare asfaltico che si osservano ivi presso) poggia sugli strati scistosi, e che anche là dove il corso d'acqua s'apre a stento un varco fra le due pareti rocciose spuntano, sul letto ingombro di detriti, scisti verdognoli ed argille del *flysch* tipico: dalla parte opposta quel medesimo calcare viene a contatto con i conglomerati marini pliocenici che nel vallone di C. Nicolette ad esso si appoggiano. Mi è parso quindi che in quella località il calcare è compreso tra le assise argillose del *flysch* ed il conglomerato pliocenico. Per l'appunto in un masso di quel calcare, caduto dall'alto nel torrente, osservai dei fossili che, sebbene spatizzati e poco chiari, furono dal Prof. D. Sangiorgi attribuiti al cretaceo, specialmente per il genere *Actaeonella* riconosciutovi. Calcare con fossili identici rinvenni sulla sella di Conza, nel fondo Pugliesi, quasi presso la diramazione della rotabile che discende a Ponte Temete, non lungi da una ben nota putizza di quella località.

Il calcare di cui tratto è bianco, grigio o giallognolo, compatto o subcristallino, a frattura irregolare o ceroide; forma isolotti, punte e guglie sul *flysch* dell'alta Valle del Sele e dell'Ofanto. Lo credo appartenente ad una formazione soprastante agli strati scistosi e marnosi, sebbene calcari di natura litologica simile, in quella stessa regione ed altrove, siano stati trovati alla base del *flysch* contenenti nummuliti ovvero frammenti di rudiste e di altri fossili del cretaceo.

È noto infatti che in parecchie plaghe dell'Italia meridionale da vari geologi alla base dell'eocene è posto un calcare di natura litologica simile a quella del calcare da me indicato, con frammenti di rudiste: Cacciamali, per esempio, lo rinvenne in provincia di Caserta (1); Cassetti assicura d'averlo osservato in diverse località (2); G. Di Stefano accenna alla presenza di blocchi di calcari a rudiste nelle argille scagliose dei dintorni di Termini-Imerese e di Bagheria (3). In tale posizione stratigrafica esso può rappresentare un graduale passaggio dal cretaceo all'eocene, ovvero se (come per lo più avviene) è di natura brecciosa può essere interpretato come una formazione avvenuta a spese d'un'assisa cretacea più antica. Più difficile è spiegare la posizione in cui è apparso a Cassetti ed a me, cioè interstratificato o poggiante sulla serie scisto-marnosa eocenica. Credo che si debba escludere l'ipotesi di Capellini e di Taramelli, che cioè una parte di quelle argille scagliose appartenga alla Creta; nè vi sono ragioni tettoniche per supporre che durante il sollevamento eocenico lembi di cretaceo abbiano potuto intrudersi o rovesciarsi sul *flysch* a guisa di limitate falde di ricoprimento. Resta quindi l'ipotesi che durante la deposizione della serie argillo-marnosa del *flysch* i monti cretacei fossero già emersi e for-

(1) Cacciamali G. B. — Geologia dell'Arpinate (*Boll. Soc. geol. It.* 1893).

(2) Cassetti M. — Appunti geologici sul monte Conero presso Ancona e suoi dintorni (*Boll. del R. Com. Geol.* Vol. XXXVI).

(3) Di Stefano G. — I calcari cretacei con orbitoidi dei dintorni di Termini-Imerese e di Bagheria (Palermo) (*Giorn. di Sc. Nat. ed economiche.* V. XXVII. Palermo, 1907).

massero le rive a picco di stretti e profondi bracci di mare eocenico, e da essi siano derivate quelle piccole formazioni lenticolari, di natura clastica, che si depositarono in seno o nella parte più alta degli strati argillosi. Questa supposizione contrasta col modo di vedere di De Lorenzo, il quale ritiene che la deposizione dell'eocene nell'Italia meridionale ebbe luogo senza interruzione, e che sugli strati di calcare nummulitico, che coronano quei rilievi cretacei, siasi accumulata la serie argillo-marnosa, asportata poi per denudazione sui monti prodotti dal sollevamento posteriore e conservata nelle frapposte valli (1).

La posizione di quelle lenti calcaree viene anche confermata dai rapporti stratigrafici con altre rocce appartenenti, in maniera indiscussa, agli strati più alti dell'eocene o (come qualche geologo ritiene) al miocene inferiore: cioè le molasse gialle, più o meno micacee e quarzose, ed i conglomerati con elementi di rocce antiche cristalline. Di queste due assise, tante volte descritte da altri, meritano speciale menzione, in quella zona dell'Avellinese, due estesi affioramenti. Uno trovasi immediatamente a nord-ovest di Villamaina, e di là, passando oltre il Fredane, si prolunga sulla riva sinistra a formare la gran placca di Castelfranci, ricordata anche da Cassetti. Le arenarie, all'uscita dal villaggio per discendere verso il torrente, sono a contatto col calcare di cui tratto e che occupa una parte della collina, e presentano banchi quasi raddrizzati, che diventano sempre meno inclinati allontanandosi di là: in qualche punto mi parvero anzi sovrapposti al calcare. L'altro affioramento occupa una parte del valico di Conza, a sud-ovest di Teora, e precisamente il vallone in cui ha origine uno dei rami del torrente Minuto, affluente di sinistra del Sele; e trattandosi di una zona abbastanza estesa limitrofa all'affioramento calcareo di Cresta del Gallo, mi ha stupito che Cassetti non ne abbia fatto menzione nella citata nota. Per un notevole spessore la collina dall'alto al basso è costituita da conglomerato ad elementi di rocce cristalline, che talvolta raggiungono le dimensioni di $\frac{1}{10}$ a $\frac{1}{8}$ di m^3. È probabile che in basso ed all'ovest passi a molassa, sebbene, per quanto mi consta, la transizione si verifica in altri casi dall'alto al basso e non lateralmente. Verso est il conglomerato viene in contatto col calcare di Cresta del Gallo, e gli è, almeno apparentemente, giustaposto.

Coordinando queste osservazioni con varie altre fatte nell'Avellinese concludo che il calcare eocenico, compatto o subcristallino, con o senza rudiste, orbitoidi e nummuliti, non si trova soltanto alla base del *flysch* eocenico avellinese, ma è sovente intercalato (come ritiene Cassetti per l'affioramento di Cresta del Gallo) ovvero sovrapposto (come a me è risultato) al *flysch* stesso; in qualche punto anzi sta immediatamente sotto alle molasse gialle superiori od ai conglomerati ad elementi di rocce cristalline, se pur non rappresenta un'assisa contemporanea, eteropica delle altre due citate. Non mancano però i casi in cui la roccia emerge dal *flysch* a guisa di spuntoni che abbiano squarciato il ricoprimento. La struttura tettonica di quegli affioramenti ha una certa analogia con quella delle masse ofiolitiche incluse nell'eocene emiliano: anche per queste si riscontrano casi evidenti di

(1) De Lorenzo G. — Studio geol. del M. Vulture — Studi di geol. nell'Appennino meridionale — Geologia e geografia fisica dell'Italia meridionale.

sovrapposizioni, di intercalazioni, di attraversamenti dal basso, ed inoltre forme stratificate, o massicce, o scogliose. È probabile che le inclusioni calcaree (di maggior durezza) nella massa prevalentemente argillo-scistosa del *flysch* abbiano avuto qualche influenza sulla tettonica locale, del genere di quella esercitata dalle lenti ofiolitiche nell'Emilia. E ciò è interessante per lo studio degli idrocarburi della regione, come è interessante lo stabilire la esatta posizione di quei calcari, data l'importanza che indubbiamente hanno i contatti delle argille con masse permeabili in seno ad esse, e più ancora per le fenditure prodotte, negli strati avviluppanti, da quei nuclei resistenti.

INTORNO ALLA NEFROPTOSI
TEORICAMENTE E PRATICAMENTE CONSIDERATA

MEMORIA

DEL

Prof. Comm. GIUSEPPE RUGGI

DIRETTORE DELLA CLINICA CHIRURGICA DI BOLOGNA

(letta nella Sessione del 16 Novembre 1913)

(CON 6 FIGURE NEL TESTO)

Dopo d'avere per parecchi anni studiato l'argomento relativo alla nefroptosi; e dopo avere intorno ad esso fatte varie pubblicazioni (1) ritengo opportuno riprenderlo in esame per avvalorare cose già dette e per aggiungerne ad esse altre le quali, a mio avviso, molto interesse teorico e pratico presentano.

Dopo che l'Hahn nel 1881 propose la fissazione del rene migrante in sostituzione alla nefroctomia (2) eseguita dal Martin (1878) quale cura della semplice nefroptosi, diversi metodi e processi, nonchè molteplici pubblicazioni teorico-pratiche furono fatte sull'argomento; e mentre dapprima grande era l'ansietà della riuscita dichiarando detta operazione costantemente necessaria negli spostamenti del rene, ultimamente molti medici ed anche alcuni chirurghi si sono fatti tiepidi sostenitori ed alcuni decisamente avversari a detta operazione. Ora tali diversi apprezzamenti, a mio credere, dipendono dalla poca cura avuta nella scelta dei casi; ed al metodo o processo seguito nell'operazione.

Egli è certo che il rene che abbandona la fisiologica sua posizione non costituisce per sè un fatto sempre patologico. Ed invero vi sono soggetti nei quali il medico riscontra talvolta, per caso, una ptosi renale di gradazione assai rilevante senza che l'individuo abbia avuto sentore di essa, per sofferenze da detto fatto anatomico dipendenti. Sono forme queste d'origine congenita nelle quali l'allontanamento delle parti è tale da mantenere normale il funzionamento dell'organo anormalmente collocato.

Ma in altri soggetti, quelli che a noi più interessano, lo spostamento del rene è acquisito ed è preceduto, accompagnato o seguito da una serie di fenomeni locali e generali, di gradazione varia; alcuni dei quali del massimo interesse. Le cose assumono allora

---

(1) Ruggi. — Metodo nuovo per fissare il rene migrante in posizione relativamente normale. (Bull. Soc. Med. di Bologna, Febbraio 1903).

Idem. — Sulla razionale fissazione del rene migrante etc. Lezione Clinica (Policlinico sezione pratica, 1903).

(2) Hahn. E. — Die operative Behandlung der beweglichen Niere durch Fixation Centralblt. für Chir. 1881, pag. 449-452.

molta importanza; e questa importanza si accresce maggiormente qualora si sappia che, i fenomeni apportati dal rene che si sposta, possono essere mascherati ed associati ad altri che da svariate, molteplici lesioni dei visceri contenuti nell' addome derivano. Ma procediamo con ordine.

Il rene, che in un determinato soggetto si sposta, deve avere in precedenza subito evidenti modificazioni nei suoi normali attacchi o nelle parti che con essi più intimamente si connettono. Sono modificazioni anatomiche periferiche al rene le quali di preferenza le donne colpiscono; ma che sono necessarie per spiegare come in altri soggetti, che sono i più, i reni si mantengono in posto anche durante sforzi corporei fortissimi quali si verificano nei saltatori, nei ginnasti in genere, nei grandi lavoratori e lavoratrici di mestieri faticosissimi.

Avvenuto lo spostamento, spesso sotto gli sforzi più comuni ed insignificanti, l'influenza sua tanto locale che generale sull' organismo sarà legata ai mutamenti avvenuti nei vasi, nei nervi, nella pelvi ed uretere di quel dato organo e determinato soggetto.

A seconda delle accennate varie condizioni deve aver luogo un mutamento organico diverso che naturalmente apporterà nei singoli soggetti più o meno gravi fenomeni. Nello spostamento del viscere in basso i vasi sanguigni debbono di necessità essere modificati rispetto alle disposizioni loro anatomiche, quindi anche rispetto alla possibilità di portare o di richiamare il sangue dal rene. In ispecie le vene risentono dallo spostamento grande influenza. Se si osserva infatti il viscere, allorchè tirato fuori dalla ferita lombare mostra sulla parte anteriore del peduncolo le vene distese dal sangue, si troverà che, in alcuni casi, è possibile notare evidente il movimento d' aspirazione compiuto dal torace che si allarga e richiama il sangue dalla periferia al centro; e l'inturgidire dei vasi venosi stessi durante l' espirazione. Ora tali fatti dovranno in modo assai evidente influire su di un viscere caduto in basso, dove i vasi sono stiragliati, ruotati e compressi dallo stesso viscere spostato. Anche l' uretere del rene che si sposta deve in special modo dal polo inferiore del rene a sua volta subire compressione.

Ora mediante la compressione delle vene sarà possibile spiegare la stasi o l'iperemia renale e le conseguenze di esse, quali: il senso di peso e di dolore ai lombi; e nella regione occupata dal rene, le modificazioni varie nella composizione dell' urina e nella quantità di essa, e va dicendo.

Compressa o stiragliata invece la pelvi renale e l' uretere si comprende assai facilmente come possano insorgere dolori e fenomeni di ben diversa natura che dalla colica nefritica ricorrente possono giungere fino all' intossicazione dell' organismo caratterizzata da dispepsia, anoressia, crampi di stomaco, nausea e vomiti. E i nervi non debbono essere tenuti in considerazione? Per certo moltissimo. Dirò anzi che su questi si appuntano o per meglio dire convergono le vedute dei fisiopatologi i quali spiegano la grande maggioranza dei fenomeni osservati nei malati di ptosi renale ammettendo disturbi nervosi diretti e riflessi. Tale asserzione è in realtà giusta inquantochè il rene è largamente fornito di nervi che costituiscono il plesso renale, dipendenza del simpatico il quale a tutti i visceri dell' addome si distribuisce per mezzo delle sue molteplici anastomosi.

Ma come conseguenza dell' accennato spostamento modificazioni anatomiche possono darsi anche nella capsula fibrosa od inviluppo del rene, quali conseguenze dell' attrito. Questo osservasi in ispecie nella parte più convessa del bordo libero del viscere dove in vario grado si nota sclerosi a chiazze della capsula stessa. Tale condizione anatomica che rispecchia le conseguenze di un processo di perinefrite lenta traumatica è assai importante in ispecie qualora si rifletta che attraverso dell' accennata capsula si fanno strada nervi e vasellini in ispecie di quelli che entrano e più ancora escono dalla sostanza corticale del rene. Nella statistica di casi raccolti dal mio Assistente di Clinica Dott. Carlo Santini sono indicati quelli nei quali detto fatto fu ad evidenza dimostrato.

Però i disturbi che emanano dal rene in ptosi sono talora la conseguenza di lesioni assai più complesse, ed originate spesso, a mio avviso dal disequilibrio fra le diverse secrezioni interne dell' organismo. Il rene possiede una speciale secrezione interna la quale deve modificarsi con lo spostamento. Si aggiunga che forse il rene spostato potrà avere ancora influenza sulla soprastante capsula sopra renale alla quale è legato, in ispecie a sinistra, per complesse disposizioni vascolari.

Egli è certo che, mentre il rene si sposta, altri visceri, in ispecie nella donna, possono consociarsi allo spostamento costituendo la cosidetta malattia di Glénard. Però gli stessi fatti noi potemmo constatare anche nel maschio, il che costituisce una evenienza relativamente rara che merita pertanto tutta la nostra considerazione. Per la donna vi sono diverse circostanze nella vita di lei che possono contribuirvi, legate tutte alla molteplici e svariate funzioni sessuali, ma per il maschio tali circostanze mancano ed è perciò necessario ammettere in questo condizioni anatomiche e funzionali tutto speciali. Egli è certo che ad accrescere le sofferenze avvertite da alcuni soggetti, affetti da una ptosi viscerale, fra le quali sono da riguardarsi di primo ordine le renali e dello stomaco, vi contribuisce senza fallo la condizione eccezionale del sistema nervoso. Esistono invero soggetti aventi il loro sistema nervoso preparato per la neurastenia e l' isterismo nei quali gli accennati spostamenti, anche se di gradazione modesta sono cagione di sofferenze indicibili. In questi, il fatto meccanico evidentemente aggrava la preparazione nervosa, la quale si esplica con fenomeni superiori a quelli notati in altri soggetti aventi forse identiche condizioni anatomiche.

Solo in tal guisa si possono spiegare, a mio avviso, molti dei casi che mi occorse osservare nel pratico esercizio; e che invocano la nostra oculata attenzione ed il nostro intervento per essere guariti.

Lasciati a sè tali soggetti costantemente peggiorano perchè il loro sistema nervoso, continuamente stimolato da questi persistenti centri d' irritazione periferica, finiscono col risentire una così profonda influenza patogena da non guarire più qualora, ripeto, troppo tardivamente venga applicato il mezzo terapeutico richiesto. Ma di tali cose io già lungamente ebbi ad occuparmi nella lezione clinica pubblicata nella Riforma Medica di Napoli N. 1 del 1913, avente per titolo: *Cura chirurgica di alcune lesioni periferiche che ledono i centri del sistema nervoso.*

Nella presente pubblicazione volendomi interessare esclusivamente della ptosi renale

e dei risultati ottenuti col metodo di nefropessi che mi appartiene, comincerò col ripetervi quanto ebbi già a pubblicare intorno al modo col quale ho creduto opportuno chirurgicamente intervenire per la razionale fissazione del rene spostato.

L' Hahn che fu come già dissi il primo ad eseguire la fissazione del rene spostato, opponendosi alla pratica del Martin che aveva praticato in un simile caso la nefroctomia, non aveva certo pensato ad interessare il viscere che voleva gelosamente conservato integro. Il tessuto prescelto dall' Hahn per fissare il rene fu la capsula adiposa. Ma

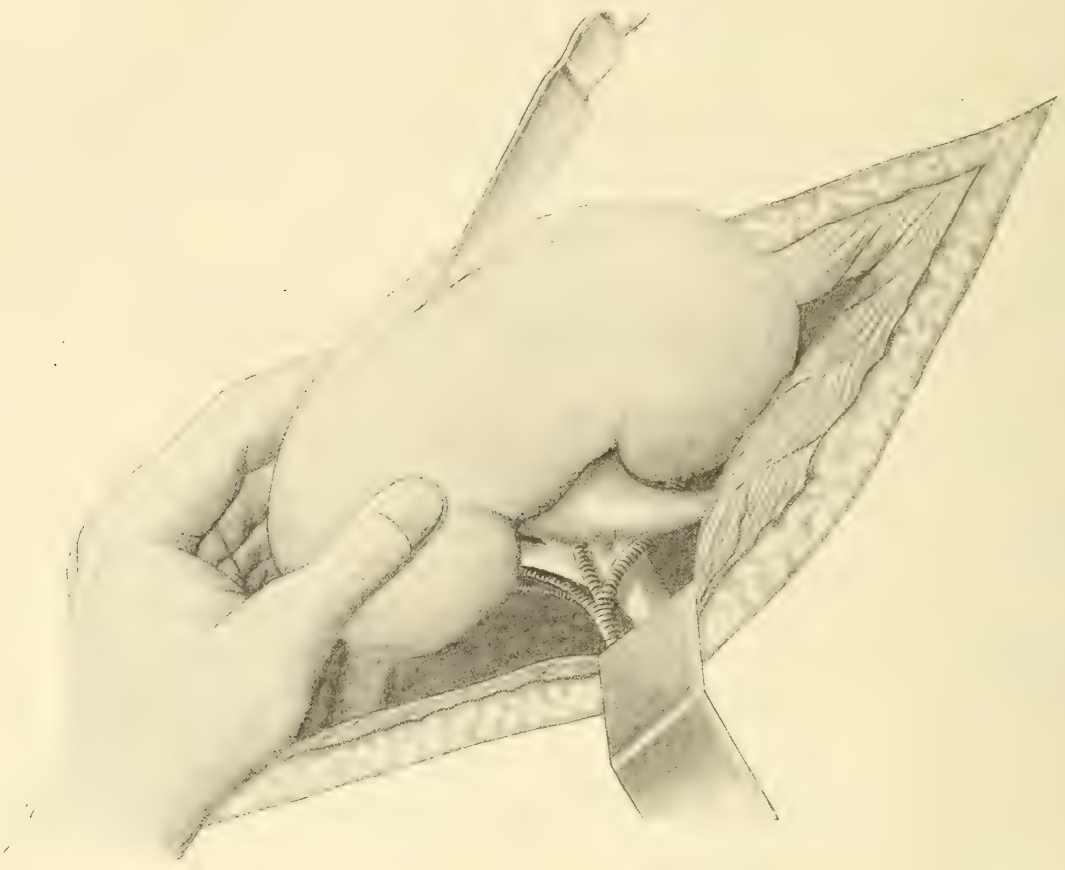


Fig. 1

l'esperienza successiva avendo dimostrato che questo mezzo di fissazione del rene non era per nulla sufficiente si pensò subito a moltissimi espedienti, fra i quali il più radicale è per certo quello usato dalla maggioranza. Il passaggio cioè attraverso del viscere spostato di una serie di fili, di metallo, di seta, di catgut, dopo averlo bene isolato dalla capsula adiposa lasciandolo integro o dopo averlo più o meno radicalmente decorticato. La decorticazione del rene ed il passaggio nella sua spessezza di fili di natura varia sono adunque i mezzi più generalmente impiegati alla scopo di fissare il rene in un punto diverso sempre supero-posteriore della parete addominale. Ora debbo francamente confessare che mentre della decorticazione del viscere mi sono sempre servito con profitto allo scopo di creare

nel viscere così preparato un mezzo di più facile adesione colle parti alle quali viene messo in contatto, altrettanto non posso dire della applicazione dei sopradetti fili fissatori come di tutti gli altri mezzi consigliati quali tendini, legamenti, aponevrosi, lembi di periostio crine di Firenze e va dicendo; perchè sempre destinati a ledere più o meno la compagine anatomica del viscere che deve essere, a mio credere, colla massima cura rispettata.

Fino dal 1902, essendo allora direttore della Clinica Chirurgica di Modena, ideai ed eseguii più volte un metodo di cura che resi pubblico per mezzo di una nota preventiva

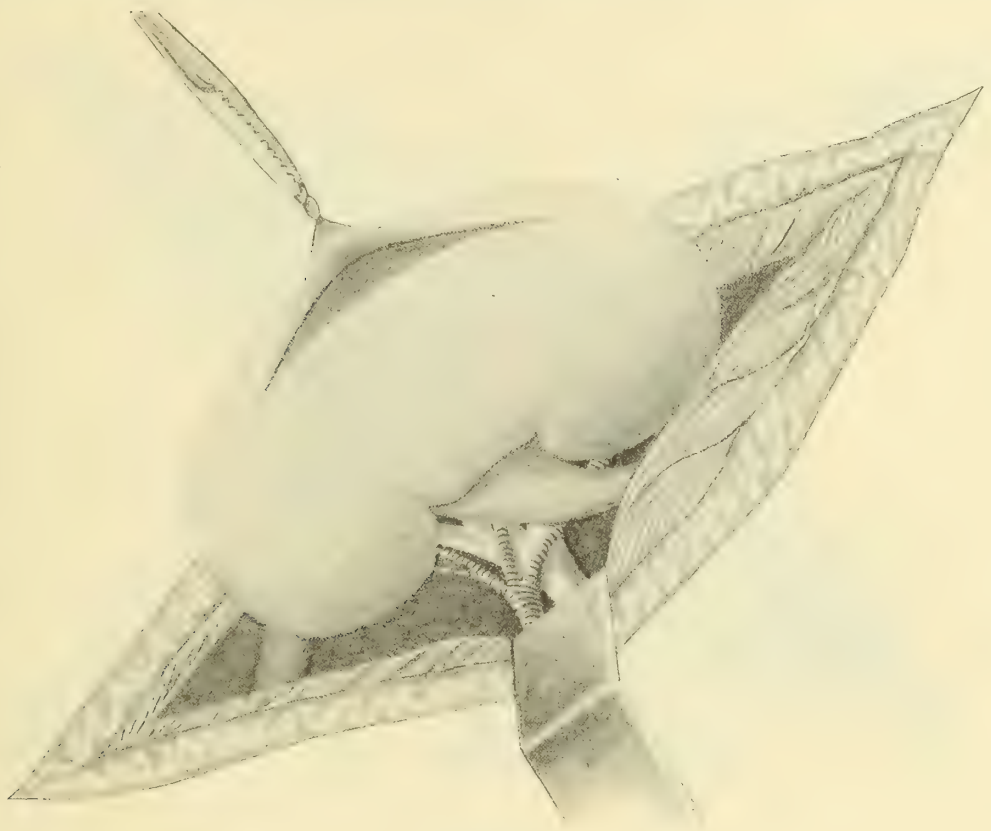


Fig. 2

letta alla Società Medico-Chirurgica nella seduta del 19 Dicembre 1902 e successivamente con una lezione clinica dettata nell'anno Scolastico 1902-1903 (1).

Metodo di Cura. — Messo allo scoperto il rene, mediante il taglio lombare dell'Hahn e dopo averlo tratto dalla capsula adiposa (fig. 1) pratico sulla parte più pro-

(1) Ruggi — Metodo nuovo per fissare il rene migrante in posizione relativamente normale. (Bull. Soc. Med. di Bologna, Gennaio 1903).

Idem. — Lezione clinica sulla razionale fissazione del rene in posizione relativamente normale. (Policlinico sezione pratica, 1903).

minente del suo bordo convesso una incisione che deve interessare la sola capsula fibrosa la quale, distaccata dalla faccia anteriore e posteriore del viscere, viene arrotolata in modo da costituire su ciascuna superficie di esso (fig. 2 e 3) una specie di legamento fibroso. Questo viene successivamente legato alla sua base con robusto filo di seta o di catgut. I due fili della praticata legatura, due per parte servono poi per fissare il rene alla costa (fig. 5) o al disopra di questa (fig. 4). I due legamenti facendo seguito alle due lamine della capsula fibrosa, queste come in una amaca lo raccolgono e lo sostengono in modo che si può per mezzo di quelli fissarlo in un punto voluto della postero laterale parete

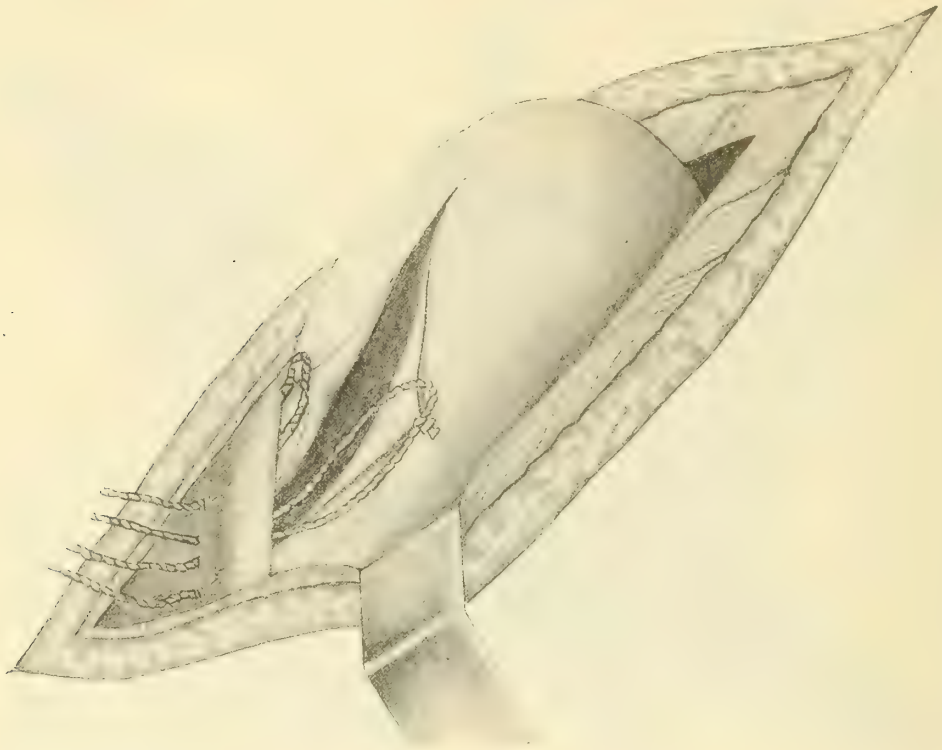


Fig. 3

toraco-addominale. Dico nel punto voluto; e aggiungo più adatto perchè, dalla esperienza fatta, mi sono convinto che la cavità postero esterna alla XII costola da me e da altri preferita nella maggioranza dei casi, può riuscire talora angusta; e questo quando alla ptosi renale si associ una ristrettezza tutta speciale del torace od una caduta contemporanea del fegato, od anche una ipertrofia di questo. Ecco perchè il fissare il rene alla parete posteriore dell'addome, per entro alla praticata incisione lombare, può nei sopradetti speciali casi trovare la sua giusta applicazione.

Ma una rara condizione anatomica, riscontrata due volte su tutta la serie dei casi operati e che più oltre riporto, mi consigliò di parzialmente modificare in detti casi il processo di scapsulamento. Trovai in questi soggetti sul bordo convesso del rene una spe-

ciale disposizione di attacco della capsula fibrosa renale costituita dalla presenza di un lacerto fibroso, specie di naturale legamento, assai robusto, munito di vasi, che s' addentrava nello spessore del viscere per raggiungere gli strati più interni di esso. Una tale disposizione anatomica, associata ad infossamento dei tessuti, raffigurava parzialmente la forma esterna fetale del rene. Tale disposizione mi consigliò a considerare in tali casi già preparato quell' attacco viscerale da me invocato. Ho creduto quindi opportuno servirmi allora di simili naturali legamenti per fissare sul rene uno dei due lacci che fu l' anteriore, volendo distaccare la capsula dalla faccia posteriore del rene per costituire il

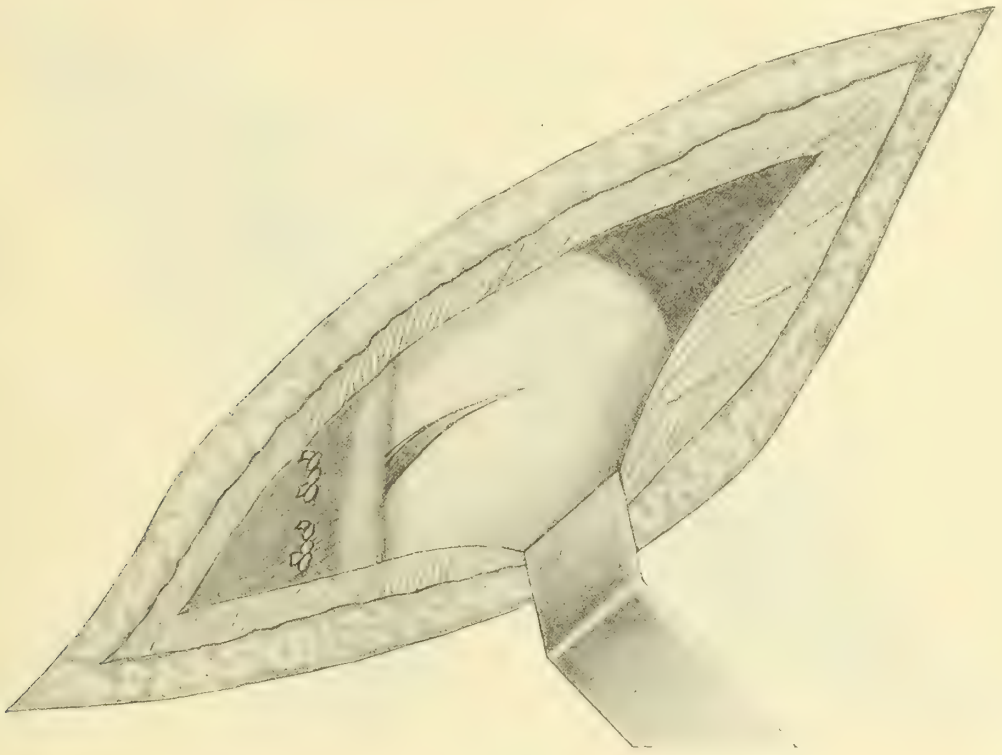


Fig. 4

secondo punto di presa extra parenchimatoso sul rene. La detta superficie posteriore del rene, era, a mio avviso, ancora la più adatta, e per prendere adesione e, successivamente alla praticata operazione, fissarsi sulla cruentata parete posteriore dell' addome. Il mio metodo copiato e modificato da altri fra i quali l'Albarran che ha fatti quattro lembi, due per parte, e quindi i quattro legamenti, è stato a mio avviso peggiorato. Il metodo che mi appartiene nella sua primitiva semplicità eseguito dà sicurezza di risultato come lo dimostrano i molti casi curati nella clinica da me diretta e che più sotto riporto.

Ma la sicurezza del metodo risulta anche dalla seconda pratica da noi costantemente eseguita. e che nessuno, che mi sappia, ha giustamente apprezzato. Fino dalle sopracennate mie pubblicazioni facevo conoscere come per avvalorare maggiormente la fissazione del

viscere, io praticassi uno speciale sospensorio posto al disotto del polo inferiore del rene, sospensorio fatto o con la fascia dello Zuckerkandl o più spesso ancora colla aponevrosi prerenale e legamento di Toldt. Ora negli ultimi casi operati ho fatto a questa parte seconda una aggiunta che maggiormente assicura l'operazione. La fig. 6 dà una idea esatta delle cose.

Il filo che ha attraversato in avanti il lembo di aponevrosi perirenale (fig. 6 A) deve essere passato a sua volta sull'estremo o parte più bassa del rene (fig. 6 B) e successivamente sul muscolo quadrato dei lombi (fig. 6 D). Con tale pratica si comprende che la

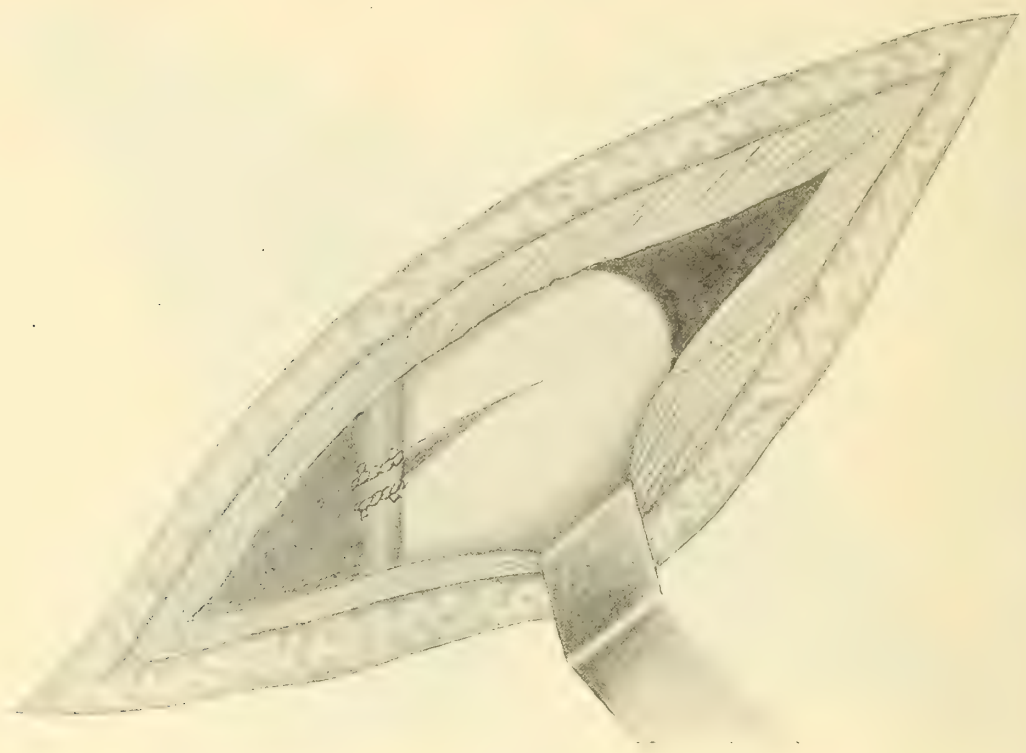


Fig. 5

fissazione delle parti viene raggiunta con tale regolarità da rendere certa la riuscita dell'eseguita cura cruenta. Ora esporrò la statistica alla quale farò seguire ulteriori pratiche considerazioni.

OSSERVAZIONI

Riguardo alla frequenza, in rapporto al *sesso*, vediamo che su 116 casi tre soli sono di uomini; in rapporto all'*età* 99 sono di individui superiori ai 30 anni; in rapporto alle *gravidanze* 41 casi hanno un numero di gravidanze superiore a 3.

Riguardo al *grado di ptosi* vediamo che 59 casi sono di 2° grado; 27 casi di 3° grado; 5 volte si trovò ptosi bilaterale. I sintomi locali sono per lo più dolori a carattere gravativo che dall' ipocondrio si irradiano alle regioni lombosacrali, all' epigastrio, alla coscia corrispondente e talora anche alla spalla. I sintomi generali che, in grado maggiore o minore sono sempre presenti, consistono in disturbi a carico dello stomaco e dell' intestino, uniti a senso di debolezza generale. È da notare che tali disturbi non sono sempre in rapporto al grado della ptosi inquantochè, generalmente, sono i reni di 2° grado e anche di 1° quelli che danno maggiori disturbi; e ciò specialmente in riguardo ai fenomeni dolorosi.

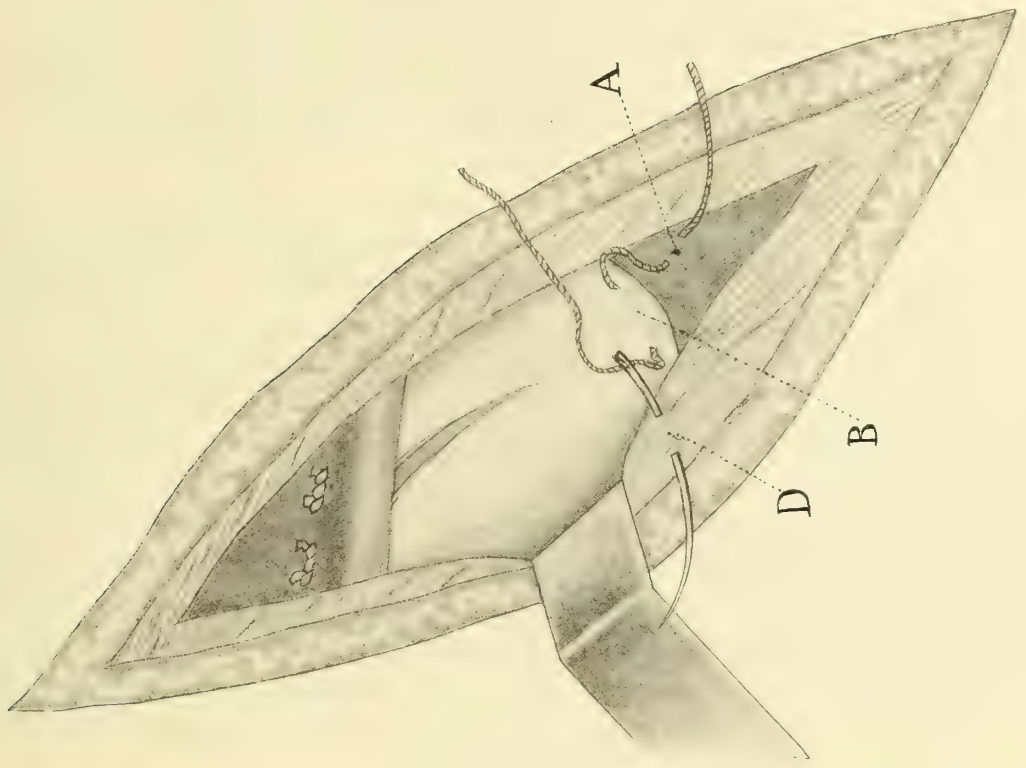


Fig. 6

Riguardo allo stato in cui si trovano i reni all' atto della fissazione va notato che questi non si presentarono imbrigliati da aderenze più o meno fitte e di data antica o recente anche quando quei reni avevano più caratteristici i fenomeni dolorifici. Più spesso invece la capsula si presentava in qualche punto con chiazze di ispessimento biancastro, postumi evidenti di un trascorso stato flogistico pericapsulare.

Altri casi poi presentano un particolare interesse. Così il N. 20 in cui una ptosi di 1° grado a sinistra causava all' inferma dei fenomeni assai caratteristici, il più importante dei quali era l' impossibilità a piegare la colonna vertebrale a causa di un dolore assai violento che risentiva presso a poco all' altezza dell' ombellico. Anche la pressione era quivi notevolmente dolorosa. Tal caso è stato illustrato dal Dott. Santini il quale interpretò

il fenomeno come dovuto a nevralgia del plesso solare e renale. La malata, la quale non presentava alcuna stimmata isterica, guarì perfettamente dopo la fissazione del rene (1).

Un altro caso interessante è il N. 36 in cui esisteva una ptosi bilaterale più accentuata però nel rene sinistro che dapprima venne fissato. All' operazione si trovò che esistevano quivi due reni, uno superiore di forma normale ed un altro più piccolo inferiore avente forma quasi di un mezzo rene, con solo il polo inferiore. Questo secondo rene aveva vasi proprii; non si potè vedere se aveva pure un uretere a sè. Era unito al superiore da alcune fibre connettivali. Fu fissato il superiore col metodo della scuola. (Il caso è stato pubblicato dal Dott. Calabrese nel Giornale delle Maladies genito-urinaires) (2). I disturbi che erano più che altro a carico dello stomaco, non essendo del tutto scomparsi, le fu dopo qualche tempo fissato anche il rene di destra. Questo era unico ma presentava nella sua parte esterna un solcatura abbastanza profonda che si avanzava verso l' ilo quasi un accenno ad una suddivisione. Al momento attuale l' I. è perfettamente guarita.

Interessante è pure il N. 53, uomo, in cui dei dolori, che dalla regione renale si irradiavano fino alla regione appendicolare che era pure dolente, uniti a turbe dal lato dell' intestino, fecero, benchè si fosse riconosciuto uno spostamento di 2° grado del rene di destra, intervenire con una laparatomia esplorativa. Riconosciuto da questa che nulla si trovava di anormale, si intervenne in 2° tempo sul rene; e, fissato questo, l' individuo fu perfettamente guarito dai suoi disturbi. Così il N. 94, donna, operata da altro chirurgo di appendicectomia senza risultato. Fatti consimili presentava pure il N. 78 in cui però si intervenne solo con la fissazione del rene ottenendo la guarigione. Sono pure interessanti i casi 27 e 47 e 51. La prima operata di gastroenterostomia un anno prima in altro ospedale senza risultato, la seconda operata 3 mesi prima da noi pure di gastroenterostomia e non guarita; ambedue aventi uno spostamento di 1° grado del rene destro che guarirono dopo la fissazione del rene. È da notare che in ciascun caso i sintomi principali erano a carico dello stomaco. Il N. 51 poi che presentava dolori su tutta la metà destra dell' addome, nausee, vomito ed era stata già operata di appendicite, ovariectomia e due volte di raschiamento senza risultato, con la fissazione del rene guariva.

Casi consimili sono offerti dai numeri 65, 68, 69, 102, 109, nei quali ai sintomi renali si aggiungevano altri sintomi a distanza riguardanti in genere, l' ambito genitale, tanto che furono dapprima operati negli organi genitali. Così il N. 68 operato 12 anni prima di resezione ovarica bilaterale senza risultato. Così il 69 operata dapprima di isterectomia e ovariectomia destra, poi di simpatectomia addominale destra ma non si sentì bene che dopo la fissazione del rene destro, sebbene esistessero molteplici e strette aderenze perinefritiche. Così dicasi dell' ammalata N. 102 operata da altri di raschiamento uterino senza ottenere la guarigione, e guarita con la nefropessi. Così il N. 109 operato 2 anni prima senza risultato di ovariectomia destra e non guarita che dopo la fissazione del rene.

(1) Santini Carlo — Sopra un caso di rene mobile con sindrome dolorosa rara. (Bull. Soc. Med. di Bologna, 1909.

(2) Calabrese Ugo — Rein surnumeraire constaté pendant la Vie-Annales del Maladies des Organes genito-urinaires. Vol. II, N. 24, 1908.

Certo che talora riesce difficile stabilire se la ptosi renale è la causa dei fenomeni presentati dall' inferma tanto più che spesso è associata a disturbi dell' ambito genitale come leucorrea, mestrui irregolari e dolorosi e talora, come nel N. 65 dove furono osservate esistere lesioni dell' utero e degli annessi che richiesero esse pure un intervento.

Concludendo dall' esame dei casi operati mi sembra si possano dividere i reni mobili in questi tipi principali:

1° Rene mobile *nevralgico* che è il più comune e in cui il fenomeno più notevole è dato da dolori gravativi lungo l' addominogenitale.

2° Rene mobile *gastrico* in cui i fenomeni scarsi localmente si fanno più appariscenti a carico dello stomaco con vomiti, nausee, anoressia ecc.

3° Rene mobile *appendicolare* in cui si hanno delle vere coliche e tutta la sintomatologia della appendicite (esclusa la febbre e, si intende, i caratteri del sangue).

4° Rene mobile *genitale* in cui i fenomeni si diffondono nell' ambito genitale con mestrui dolorosi, irregolari, dolore utero-ovarico ecc.

Riguardo alla efficacia della cura non si è ancora a noi presentato alcun individuo con recidiva dopo la nefropessia.

Sono riportati qui due soli casi di morte. Il 1° (N. 65) una donna fu operata nella stessa seduta di salpingectomia bilaterale, di raddrizzamento dell' utero e di nefropessia bilaterale; questa non resistente all' operazione. Il 2° caso (N. 77) morì in 3ª giornata per insufficienza cardiaca.

Infine è interessante anche il N. 63 in cui il rene grosso e bernoccoluto aveva una ptosi di 2° grado. Alla fissazione si trovò un grosso rene policistico che inciso dimostrò un contenuto limpido in tutte le cisti meno una in cui si trovava un materiale sospetto, caseoso. In ogni modo l'inferma guarì; e, si mantiene guarita.

NEFROPTOSI OPERATE DAL PROF. GIUSEPPE RUGGI DAL 1906-1912

NELLA CLINICA CHIRURGICA DI BOLOGNA

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
1. Virginia Lorenzini a. 49, tessitrice, S. Ruffillo.	3	Ptosi di 2° grado a destra	Rene assai dolente alla pressione. Nevralgie sacro-lombari.	Nevralgie lungo la coscia destra.	Normali	Molteplici aderenze che imbrigliano il rene. Guarigione.
2. Luigia Casarini a. 47, donna di casa, Bologna.	3	Ptosi di 2° grado a destra	Indolente alla pressione. Dolori gravativi all' ipocondrio.	Nausee e conati di vomito. Stipsi.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
3. Angela Muratori a. 50, donna di casa, Bologna.	5	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente alla pressione.	Oppressione all'epigastrio, cardiopalmo tremore, spossatezza.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
4. Maria Calzoni a. 20, sarta, Bologna.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolore gravativo all' ipocondrio.	Nausee, malessere anoressia. Stipsi.	Normali	Qualche chiazza biancastra sulla capsula propria. Guarigione.
5. Giovanni Marzacchi a. 43, fabbro, Bologna.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolente alla pressione e spontaneamente dolore gravativo all' ipocondrio.	Anoressia spossatezza. Nevralgie sacro-lombari e lungo la coscia.	Normali	Molteplici aderenze e chiazze di perinefrite. Guarigione.
6. Amalia Casarini a. 25, tabaccaia, Bologna.	2	Ptosi di 3° grado a destra	Dolente alla pressione. Irradiazioni all' epigrastrio spalla e coscia destra.	Nausee, malessere, stipsi.	Normali	Aderenze e chiazze di perinefrite. Guarigione.
7. Virginia Minghini a. 27, l. d., Monterenzo.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolori spontanei irradiati anteriori e posteriori.	Conati di vomito, anoressia, stipsi, abbattimento.	Normali	Chiazze di perinefrite adesiva, e aderenze. Guarigione.
8. Esterina Vergilli a. 22, colona, Concordia.	—	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore gravativo all'ipocondrio destro. Poco dolente alla pres.	Debolezza e malessere generale.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
9. Elisa Varani a. 46, donna di casa. Imola.	2	Ptosi di 1° grado.	Dolori violenti a forma di coliché all' ipocondrio destro. Rene dolente alla pressione.	Irradiazioni all'epigastrio spalla e coscia destra.	Normali	Molteplici aderenze e chiazze di perinefrite adesiva. Guarigione.
10. Maria Franceschini a. 47, l. d., Bologna.	4	Ptosi di 3° grado.	Dolore gravativo all' ipocondrio destro.	Nausee e notevole stipsi.	Normali	Chiazze di perinefrite. Guarigione.
11. Giuseppina Aureli a. 22, operaia, Bologna.	—	Ptosi di 2° grado.	Dolore gravativo lombare.	Nausee e inappetenza. Stipsi.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
12. Sofia Stagni a. 24, sarta, Bologna.	—	Ptosi di 2° grado.	Dolori sacro-lombari e irradiazioni alla coscia destra.	Cefalee, capogiri, calore alla faccia, bolo-isterico, stipsi.	Normali	Aderenze e chiazze di perinefrite. Guarigione.
13. Adele Malta a. 30, l. d. Minerbio.	3	Ptosi di 2° grado.	Dolore gravativo all' ipocondrio. Irradiazioni sacro e gamba destra.	Segno di debolezza e di malessere generale.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
14. Menzi Maria a. 31 l. d., Fossato.	4	Ptosi di 1° grado a destra	Dolente alla pressione. Nevralgie sacro-lombari.	Anoressia, stipsi, nausee.	Normali	Molte aderenze e placche di perinefrite. Guarig.
15. Benazzi Luigia a. 41, colona, Codigoro.	12	Ptosi di 2° grado. Il rene appare bernoccoluto a destra.	Poco dolente alla pressione. Nevralgie sacro-lombari e gamba destra.	Spesso nauseee conati di vomito.	Tracce di albumina.	Poche aderenze. Si trova una cisti sopra l'ilo del rene che si asporta. Guarigione.
16. Bettini Clementa a. 44, colona, M. S. Pietro.	6	Ptosi di 3° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolore gravativo all'ipocondrio e sacro.	Senso di formicolio agli arti inferiori specie a destra.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
17. Bertali Barberina a. 40, l. d., Concordia.	12	Ptosi di 3° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolore gravativo all' ipocondrio con diffusione arto superiore e inferiore destro.	Emicranie, nausee, gastralgie, vomito, stipsi, carattere irritabile.	Normali	Molteplici aderenze. Guarigione.
18. Marchesini Demetria a. 23, colona, Cento.	1	Ptosi di 2° grado a destra	Dolente alla pressione. Dolori all'epigastrio con irradiazioni alla spalla ipocondrio e regioni lombari.	Anoressia, nausee, vomito.	Normali	Molte aderenze e chiazze di perinefrite. Guarigione.
19. Lavini Filomena a. 20, l. d., Concordia.	4	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Irradiazioni ai lombi e spalla destra.	Malessere generale.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
20. Bergomaschi Concetta a. 28, colona, Concordia.	3	Ptosi di 1° grado a sinistra.	Dolente alla pressione. Dolentissima la colonna vertebrale in corrispondenza dell'ombellico. Caso illustrato dal Dr. Santini.	Impossibilità a causa del dolore a piegare la colonna vertebrale.	Normali	Molteplici aderenze e chiazze di perinefrite adesiva. Guarigione.
21. Cavallini Argia a. 28, l. d., Borgofranco.	7	Ptosi di 1° grado a destra	Dolente alla pressione. Dolori all' ipocondrio destro con diffusione alla regione appendicolare.	Conati di vomito. Anoressia, stipsi.	Normali	Molte aderenze. Guarigione.
22. Mascherini B. a. 17, colona, Castel d'Argile.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolore gravativo ai lombi.	Conati di vomito. Spossatezza generale.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
23. Casalini Lodovica a. 32, l. d. Bologna.	5	Ptosi di 1° grado a destra	Assai dolente alla pressione. Nevralgie all'ipocondrio destro a tipo lancinante.	Anoressia, stipsi.	Tracce di albumina e urobilina	Molteplici aderenze di vecchia data e chiazze di perinefrite. Guar.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
24. Consalici Gemma a. 36, l. d., Bologna.	7	Ptosi di 3° grado a destra	Poco dolore. Dolore gravativo all' ipocondrio con diffusione alla spalla destra.	Nausee. Anoressia.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
25. Natoli Elisa a. 35. l. d., Sasso.	5	Ptosi di 3° grado a destra e di 2° grado a sinistra.	Leggermente dolente il destro. Dolori a fascia all'epigastrio con irradiazioni all'ascella destra.	Anoressia. Pirosi. Stipsi.	Normali	Si fissa il destro circondato da aderenze. Guarigione.
26. De Francesco Egle a. 21, sarta, Bologna.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolori gravativi all' ipocondrio.	Debolezza generale.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
27. Ceri Augusta a. 19, l. d., Bologna.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Poco dolente alla pressione.	Dolore all'epigastrio, eruttazioni acide, dolori ai quadranti inferiori dell'addome. (Fu già in altro ospedale operata di gastroenterostomia e poi di laparotomia senza risultato).	Tracce di albumina e qualche cilindroide.	Si trovano molteplici aderenze e tracce di antica perinefrite. Guarigione.
28. Gasperini Vincenza a. 47, l. d., Bologna.	5	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolore gravativo all' ipocondrio destro con diffusione alla coscia.	Nausee e stipsi.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
29. Berto Rosina a. 43, colona, Concordia.	6	Ptosi di 2° grado a destra e di 1° a sin.	Poco dolente. Dolori gravativi all' ipocondrio e regioni lombari.	Conati di vomito.	Normali	Aderenze non numerose a destra. Guarigione.
30. Querzoli Luigia a. 38, l. d., Bologna.	6	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente. Dolore all' ipocondrio destro.	Nausee, vomito, anoressia e stipsi.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
31. Margherita Fabbri a. 25, l. d., Bologna.	2	Ptosi di 2° grado a destra	Dolente alla pressione. Nevralgie sacro-lombari con diffusione gamba destra.	Anoressia. Conati di vomito, debolezza generale.	Normali	Molte aderenze. Chiazze di perinefrite. Guarig.
32. Cesira Barbanti a. 24, colona, Concordia.	1	Ptosi di 1° grado a destra	Leggermente dolente. Dolori nella regione lombare destra.	Senso di peso allo stomaco e nausee.	Normali	Aderenze di poca entità. Guarigione.
33. Ada Ravaioli a. 35, l. d., Forlì.	5	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolori accessuali alla regione ipocondriaca e lombare destra. Ha avuto in passato dell' ematuria.	Debolezza e nervosità spinta ad alto grado. Nausee, conati di vomito, anoressia.	Tracce di albumina ed emissione di materiale amorfo simile a membrane.	Il rene all' operazione appare grosso ma situato trasversalmente in modo che non è possibile attirarlo fuori dalla ferita. Statu quo.
34. Monti Celeste a. 34, colona, Arcoveggio.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Dolente alla pressione. Nevralgie all' ipocondrio destro e diffusione alle regioni lombo-sacrali.	Nausee, inappetenza, conati di vomito, gastralgie.	Normali	Numerose aderenze. Guarigione.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
35. Monari Rita a. 40, colona, Monzuno.	5	Ptosi di 1° grado a destra	Assai dolente alla pressione. Dolori sacro-lombari con diffusione alla coscia destra e all' epigastrio.	Senso di spossatezza, nausee. Carattere melanconico.	Normali	Molte aderenze e chiazze di perinefrite adesiva. Guarigione.
36. Zanetti Assunta a. 54, l. d., Bologna.	13	Ptosi bilaterale di 3° grado a sin., di 2° a destra. A sin. sotto il rene si palpa una massa rotondeggiante che si sposta simultaneamente a questo.	Poco dolenti alla pressione. Dolorabilità all' epigastrio. (Caso illustrato dal dott. Calabrese).	Senso di peso allo stomaco. Conati di vomito.	Normali	Si fissa il rene sinistro che si trova essere doppio; un rene superiore normale e uno più piccolo al disotto con vasi propri, aderente al polo inf. dell'altro per mezzi di fibre connettivali. Guar.
37. Scarabelli Virginia a. 38, l. d., Bologna.	3	Ptosi di 3° grado a destra	Dolori all'ipocondrio destro con diffusione alle regioni lombari ed all'epigastrio Talora a tipo di coliche.	Stipsi, anoressia.	Normali	Molte aderenze. Guarigione.
38. Berto Rosa a. 44, bracciante, Concordia.	6	Ptosi di 1° grado a sinistra (v. n. 30).	Poco dolente il rene sinistro.	Sono ricomparse le nausee e conati di vomito.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
39. Lodi Teresina a. 22, cameriera, Bologna.	—	Ptosi bilaterale a destra recidiva (oper. a Budrio).	Dolente il rene di destra ma più il sinistro. Nevralgie sacro-lombari con diffusione alla coscia destra.	Senso di peso all'epigastrio anoressia, stipsi.	Normali	Si interviene a sinistra. Aderenze e placche di perinefrite. Guar.
40. Brugiani Maria a. 24, l. d., Modena.	2	Ptosi di 3° grado a destra	Poco dolente. Senso di peso all' ipocondrio destro.	Debolezza generale.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
41. Bergonzoni Carolina a. 39, Guardarob. Bolog.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Assai dolente alla pressione. Dolore gravativo all'ipocondrio d.°	Dolore all'epigastrio e nausea.	Normali	Molte aderenze. Guarigione.
42. Bordoni Clotilde a. 30, sarta, S. M. in Bosco.	7	Ptosi di 2° grado a sinistra.	Dolente alla pressione. Dolori a tutta la metà sinistra dell' addome.	Nausee, conati di vomito, cefalee.	Normali	Molteplici aderenze e chiazze di perinefrite. Guar.
43. Franchini Marianna a. 28, l. d., Bologna.	3	Ptosi di 3° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolore gravativo all'ipocondrio d.°	Senso di debolezza.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
44. Benfenati Rita a. 42, l. d., Bologna.	11	Ptosi di 2° grado a destra	Indolente. Dolore gravativo regioni sacro lombari.	Eruttazioni acide. Pirosi, stipsi.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
45. Lazzeri Ester a. 29, l. d., Bologna.	2	Ptosi bilaterale di 2° grado.	Dolenti ambedue alla pressione. Nevralgie sacro lombari.	Senso di malessere generale Debolezza. Nausee.	Normali	Fissazione bilaterale. Molte aderenze. Guarigione.
46. Bugamelli Raffaele a. 50, l. d., Bologna.	9	Ptosi di 1° grado a destra	Molto dolente alla pressione. Nev. all'ipocondrio d.° con diffusione ai lombi e coscia d.ª	Senso di malessere generale.	Normali	Molte aderenze e placche di perinefrite adesiva. Guarigione.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
47. Trocchi Carolina a. 21, sarta, Castel S. Pietro.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Assai dolente alla pressione. Dolori accessuali all' ipocondrio destro.	Vomito frequente, dolorabilità all' epigastrio, debolezza generale (operata 3 mesi prima di gastroenterostomia).	Normali	Rene circondato da molteplici aderenze, chiazze di perinefrite. Guarigione.
48. Zanetti Assunta a. 55, l. d., Bologna.	13	Ptosi di 2° grado a destra (già operata a sinistra vedi N. 37).	Poco dolente alla pressione. Dolore gravativo al fianco destro.	Qualche conato di vomito.	Normali	Il rene destro presenta un solco mediano assai profondo che accenna quasi ad una divisione. Guarigione.
49. Basaglia Artemisia a. 24, l. d., Villa Poma.	1	Ptosi di 3° grado a destra	Indolente alla pressione. Quasi nessun dolore alla parte.	Senso di soffocazione alla gola.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
50. Caserla Erminia a. 25, colona, Concordia.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Assai dolente alla pressione. Dolori all' ipocondrio irradiati alle regioni lombari e coscia.	Senso di malessere, stipsi.	Normali	Molte aderenze. Guarigione.
51. Fiumani Dina a. 25, cameriera, Modena.	—	Ptosi di 2° grado a destra (Fu già operata 2 volte di raschiamento, 1 di ovariectomia, di appendicite senza risultato).	Assai dolente alla pressione. Dolori nevralgici su tutta la metà destra dell' addome e regioni lombari.	Nausee, vomito, anoressia.	Tracce di albumina.	Moltissime aderenze e chiazze di perinefrite adesiva. Guarigione
52. Nanni Maria a. 33, l. d., Pianoro.	4	Ptosi di 2° grado a destra	Assai dolente alla pressione. Senso di peso all' ipocondrio e regioni lombari.	Vomito frequente e senso di peso all' epigastrio.	Normali	Molte aderenze e chiazze di perinefrite. Guar.
53. Milene Giovanni a. 44, pescatore, Vasto.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Dolore su tutto il lato destro fino alla regione appendicolare.	Senso di bruciore all' addome nausee debolezza generale e stipsi.	Normali	Operato in primo tempo di laparatomia esplorativa nulla si trovò di anormale. Fissato in 2° tempo il rene circondato da molte aderenze si ebbe la guarigione.
54. Prando Elisa a. 24, servente, Bologna.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Poco dolente alla pressione. Senso di peso nella regione lombare destra.	Anoressia, senso di peso all' epigastrio, stipsi.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
55. Magagni Augusta a. 38, l. d., Bologna.	8	Ptosi di 2° grado a destra	Leggermente dolente alla pressione. Dolore gravativo all' ipocondrio destro con diffusione alla coscia.	Conati di vomito al mattino, anoressia.	Normali	Aderenze non molti forti. Guarigione.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
56. Tonelli Giovanna a. 47, l. d., Bologna.	9	Ptosi di 2° grado a destra	Dolente alla pressione. Dolori all'ipocondrio con diffusione a fascia.	Conati di vomito, iperestesie agli arti inferiori, bolo isterico, vertigini.	Normali	Molte aderenze antiche e chiazze di perinefrite. Guarigione.
57. Naldi Rita a. 53, sarta, Bologna.	5	Ptosi bilaterale a des. di 3° gr., a sin. di 2° grado.	Indolenti alla pressione. Senso di peso all'ipocondrio destro e alle regioni lombari.	Anoressia, stipsi.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
58. Tomba Anna a. 58, colona, S. Lazzaro.	6	Ptosi di 2° grado a destra	Dolente alla pressione. Dolore all'ipocondrio destro con irradiazioni all'epigastrio.	Spossatezza generale, capogiri, anoressia.	Normali	Aderenze e placche di perinefrite. Guarigione.
59. Trebbi Fedora a. 18, sarta, Bologna.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Dolente alla pressione. Dolore gravativo al fianco destro con irradiazioni alla scapola.	Talora nausee.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
60. Lenzi Margherita a. 40, colona, Granaglione.	4	Ptosi di 3° grado a destra	Dolente alla pressione. Senso di peso alla regione ipocondriaca e lombare destra con diffusione alla coscia.	Anoressia, debolezza generale.	Normali	Aderenze non molto antiche. Guarigione.
61. Mingardi Tina a. 28, cameriera, Monte San Pietro.	—	Ptosi di 3° grado a destra	Dolente alla pressione. Dolori accessuali assai forti all'ipocondrio destro con diffusione all'epigastrio.	Talora vomito, stipsi.	Normali	Molteplici aderenze e chiazze di perinefrite.
62. D'Enrico Giulia a. 29, l. d., Rionero.	6	Ptosi di 2° grado a destra	Dolente alla pressione. Senso di peso all'ipocondrio destro.	Iperestesie su tutto l'ambito cutaneo, cefalea, bolo isterico	Normali	Molte aderenze e chiazze di perinefrite. Guarigione. (Operata contemporaneamente di raddrizzamento dell'utero per via laparatomica e di raschiamento per via vaginale).
63. Lugli Dorina a. 35, colona, S. Posidonio.	4	Ptosi di 2° grado a destra (Il rene appare bernoccoluto e assai grosso.	Dolore alla pressione modica. Senso di peso all'ipocondrio con diffusione alle regioni lombari e coscia destra. Dice che ha avute per qualche tempo le orine sanguigne.	Senso di debolezza generale, anoressia.	Normali	Al taglio si trova un rene assai grosso, e policistico. Nefrotomia, il liquido delle cisti è limpido solo in una c'è un materiale sospetto caseoso. Si raschia. Fissazione. Guarigione.
64. Doria Angelina a. 34, l. d., Foggia.	2	Ptosi di 2° grado a destra	Dolori lungo l'addomino-genitale.	—	Tracce di albumina.	Aderenze paranefritiche. Guarigione.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
65. Ricibetti Cesira a. 33, servente, Lugo.	1	Ptosi bilaterale di 2° grado.	Dolori lungo l'addomino-genitale specie a destra.	Malessere generale, nausee, dolori vaghi.	Normali	L'Inferma presentando retroversione uterina e salpingite bilaterale fu nella stessa seduta operata di nefropessi bilaterale e salpingectomia per via laparatomica. M. in 4 giornata di peritonite.
66. Cicotti Anna a. 21, bustaia, Bologna.	—	Ptosi di 3° grado a destra	Senso di peso alla regione lombare destra.	Stipsi, cefalee.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
67. Baroni Luigia a. 47, l. d., S. Leonardo.	4 e 1 aborto.	Ptosi di 1° grado a destra	Dolorabilità al fianco a tipo gravativo.	Cefalee, dolore all'epigastrio e al punto di M. Burney. Stipsi.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
68. Grassi Claudia a. 39, contadina, S. Lazzaro.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolorabilità sacro-lombare viva.	Cefalee, malessere, bruciori e dolori di stomaco. Vomito.	Normali	Fu operata di resezione ovarica bilaterale 12 anni prima per gli stessi disturbi senza ritrarne giovamento. Molte aderenze. Guarigione.
69. Maria Sartori a. 28, cuoca, Bologna,	2	Ptosi di 1° grado a destra	Grandi dolori alla regione lombare destra con diffusione lungo l'addomino-genitale.	Peso e bruciore allo stomaco, cefalea, inappetenza.	Normali	Fu operata di isterectomia e ovariectomia des.ª vaginale. In un secondo tempo di simpatectomia addominale destra. Infine di molteplici aderenze perinefritiche. Guarigione.
70. Zarri Elena a. 26, l. d., Bologna.	—	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore gravativo al fianco destro e all'epigastrio.	Il dolore si accentua nel periodo mestruale.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
71. Bassi Ida a. 18, l. d., Bologna.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Dolore al fianco destro con diffusione lungo l'addomino-genitale.	Dolori addominali a tipo appendicolare, meteorismo, talora vomito.	Normali	Molteplici aderenze perinefritiche. Guarigione.
72. Morselli Italina a. 24, contadina, Concordia.	2	Ptosi di 1° grado a destra	Dolori accessuali al fianco destro con diffusione in basso.	Dolore al punto di M. Burney.	Normali	Molteplici aderenze tanto che non si può esteriorizzare completamente. Guarig.
73. Borghesi Modesta a. 24, l. d., Conselice.	1 aborto.	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore al fianco destro a tipo di colica.	Bruciore nella minzione. Stipsi.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
74. Maria Bentivoglio a. 24. l. d., Poggio Renatico.	1	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore gravativo al fianco destro.	—	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
75. Maria Sarti a. 24, sarta, Bologna.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Dolori lungo l'addominale-genitale.	Irradiazione a sinistra.	Normali	Molte aderenze. Guarigione.
76. Augusta Ventura a. 30, l. d., Bologna.	2	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore gravativo sacro-lombare.	Peso all'epigastrio, vomito, nausee.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
77. Grazia Erminia a. 41, sarta, Venezzano.	8 gr, 1 aborto.	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore sacro-lombare gravativo, diffusione coscia.	Senso di peso e di gonfiore allo stomaco. Stipsi.	Normali	Molteplici aderenze. Malgrado non presentasse prima alcun sintomo di lesioni cardiache, muore dopo 3 giorni per insufficienza card.
78. Bertinelli Luigia a. 46, l. d., Poggio Renatico.	8	Ptosi di 1° grado a destra	Dolore regione lombare con irradiazioni epigastrio. Talora a tipo di colica.	Durante l'accesso vomito e minzione con pollachiuria.	Normali	Molteplici aderenze. Guarigione.
79. Lodi Caterina a. 25, Ficarolo.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore gravativo sacro-lombare.	Anoressia, vomito, gonfiori allo stomaco.	Normali	Aderenze notevoli. Guarigione.
80. Rita Frassineti a. 29, contadina, Imola.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Lieve dolore gravativo.	Inappetenze nausee, dolore e gonfiore di stomaco.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
81. Guidetti Giulia a. 20, contadina, Poggio Renatico.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Dolori locali talora forti con irradiazioni in basso.	Parestesie agli arti inferiori e alle spalle.	Normali	Molte aderenze perinefritiche. Guarigione.
82. Rossi Sofia a. 54, l. d., Ficarolo.	3	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore locale gravativo.	Spesso vomito acquoso. Cefalee. Stipsi.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
83. Ida Baraldi a. 19, l. d., Poggio Renatico.	—	Ptosi di 2° grado a destro	Dolore locale gravativo.	—	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
84. Passini Adelaide a. 59 l. d., Salara.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore sacro-lombare.	Meteorismo.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
85. Vertuani Enrico a. 27, operaio, Ficarolo.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Dolori lungo l'addomino-genitale.	Tenesmo, parestesie, malessere generale.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
86. Angela Bonfatti a. 26, l. d., Concordia.	2	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore lungo l'addomino-genitale.	Senso di peso allo stomaco.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
87. Rosa Bergamaschi a. 28, cont., Concordia.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore gravativo sacro-lombare.	Peso all'epigastrio.	Normali	Notevoli aderenze. Guarigione.
88. Lucia Laurini a. 27, l. d., Coriano.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Dolore addomino-genitale.	Diffusione a sinistra.	Normali	Notevoli aderenze. Guarigione.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
89. Gruppioni Enrica a. 17, sarta, Pianoro.	—	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore gravativo sacro-lombare.	Peso all' epigastrio.	Normali	Poche aderenze. Guarigione.
90. Soresina Ermelinda a. 39, l. d., Mirandola.	7	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore addomino-genitale,	Peso all' epigastrio, gonfiore di stomaco.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
91. Romani Maria a. 37, cameriera, Bologna.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore addomino-genitale.	—	Normali	Aderenze. Guarigione. (Fu operata di raschiamento dell'utero).
92. Luigia Zampetti a. 36, l. d., Foggia.	9	Ptosi di 2° grado a sinistra.	Dolore gravativo lombare.	Peso all' epigastrio.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
93. Emma Andreoli a. 25, contadina, Ficarolo.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolori vivi addomino-genitali.	Diffusione a sinistra.	Normali	Molte aderenze. Guarigione.
94. Argia Nicoletti a. 21, servente, Bologna.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Vivi dolori alla regione lombare e iliaca destra.	Nei periodi di esacerbazione vomito acquoso.	Normali	Fu operata 4 anni prima senza risultato da altro chirurgo di appendicectomia. Molteplici e fini aderenze. Guarigione.
95. Romana Mignani a. 50, l. d., Bologna.	2	Ptosi di 2° grado a destra	Senso di peso alla regione lombare destra.	Dolore all'epigastrio, bruciore. Alvo stittico.	Normali	Molte aderenze. Guarigione.
96. Tinarelli Francesca a. 55, l. d., Bologna.	3	Ptosi di 1° grado a sinistra.	Dolori lungo l' addomino-genitale.	—	Normali	Molte aderenze. Guarigione.
97. Tassoni Attilia a. 33, Minerbio.	3	Ptosi di 2° grado a destra	Peso alla regione lombare. Dolori lungo l' addomino-genitale.	—	Normali	Molte aderenze. Guarigione.
98. Costa Antonietta a. 22, l. d., Bologna.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore gravativo lungo l'addomino-genitale.	—	Tracce di albumina.	Molte aderenze. Guarigione.
99. Casanuova Temida a. 24, l. d., Persiceto.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore gravativo lungo l'addomino-genitale.	Senso di peso all'epigastrio.	Normali	Aderenze. Guarigione. Sembra che nel fare uno sforzo per sollevare un peso abbia sentito come uno strappo nella regione.
100. Itala Paglierini a. 29, l. d., Concordia.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore sacro-lombare.	Senso di peso e gonfiore alla stomaco.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
101. Rosa Manfredini a. 48, cont. Poggio Renatico.	5	Ptosi di 1° grado a destra	Dolore gravativo sacro-lombare.	Peso all' epigastrio.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
102. Antonia Caropucci a. 34, Calzettaia, Corazzoli.	2	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore lombare assai vivo.	Vomito frequente, tremori, nevrastenia, debolezza.	Normali	Molte aderenze. Fu già operata da altri di raschiamento dell'utero senza risultato. Sembra che i fenomeni si siano iniziati dopo una caduta in cui sentì un forte dolore al fianco destro.
103. Galesi Italina a. 32, l. d., Concordia.	4	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore gravativo addomino-genitale.	Peso in fondo al bacino, tenesmo.	Normali	Notevoli aderenze. Guarigione.
104. Maria Montebugnoli a. 43, l. d., Castel S. Pietro.	6	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore gravativo ipocondrio destro senza diffusione.	Talora conati di vomito.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
105. Cecilia Pignami a. 23, operaia, S. Ruffillo.	—	Ptosi di 1° grado a destra	Dolore vivo lombare destro.	Dolore lombare sinistro, vertigini, fatti convulsivi, talora vomito.	Normali	Molte e fini aderenze. Guarigione.
106. Pia Cesarini a. 31, l. d., Molinella.	1	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore gravativo lombare.	Gonfiore allo stomaco, nausee.	Normali	Aderenze perinefritiche. Guarigione.
107. Cecilia Cavazza a. 44, l. d., Bologna.	5	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore gravativo.	Nausee, conati di vomito.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
108. Rusponi Maria a. 24, contadina, Ostellata.	1	Ptosi di 1° grado a destra	Dolore gravativo addomino-genitale.	Nausee, conati di vomito, stipsi.	Normali	Aderenze perinefritiche mediocri. Guarigione.
109. Cleofe Buldrini a. 29, l. d., Mellora.	1	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore lungo l'addomino genitale.	Cefalee, parestesie agli arti, malessere generale.	Normali	Fu già operata di ovariectomia destra due anni prima per gli stessi disturbi. Molte aderenze. Guarigione.
110. Giuseppina Zanarelli a. 19, l. d., S. Ruffillo.	—	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore lombare gravativo.	—	Normali	15 giorni prima cadendo da una scala sentì come uno strappo alla regione lombare destra. Scarse aderenze. Guarigione.
111. Elvira Carati a. 37, l. d., Pianoro.	3	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore lungo l'addomino-genitale.	Malessere, cefalea, debolezza generale, nausee.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
112. Argia Passerini a. 36, l. d., Bologna.	2	Ptosi di 2° grado a destra	Dolore lombare gravativo.	Nausee, conati di vomito, malessere generale.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.

Generalità	Gravidanze	Grado della ptosi	Sintomi locali	Sintomi riflessi	Orine	Atto operativo ed esito
113. Ersilia Degliesposti a. 39, Monterenzio.	6	Ptosi di 1° grado a destra	Dolore gravativo lombo-sacrale.	Peso allo stomaco, nausee, conati di vomito.	Normali	Molteplici aderenze. Guarigione.
114. Maria Fabiani a. 46, l. d., Ferrara.	4	Ptosi di 1° grado a destra	Dolore gravativo addomino-genitale.	Malessere generale.	Normali	Scarse aderenze. Guarigione.
115. Cesira Ferozzi a. 31, l. d., S. Biagio.	2	Ptosi di 3° grado a destra	Dolore lombo-sacrale.	Diffusione anche a sinistra.	Normali	Molte aderenze. Guarigione.

SUL RIPRISTINAMENTO DEL CENTRO TRIGONOMETRICO DI 1° ORDINE SUL NUOVO CAMPANILE DI S. MARCO DI VENEZIA

NOTA

DEL

PROF. FEDERIGO GUARDUCCI

(letta nella Sessione dell' 8 Marzo 1914).

La caduta dello storico campanile di S. Marco di Venezia avvenuta nel 1902 ha fatto perdere la posizione dell' omonimo vertice di 1° ordine della rete geodetica italiana che era individuato dalla verticale passante per la sommità della guglia terminale del campanile stesso.

La R. Commissione geodetica pertanto, interessata alla conservazione della rete di 1° ordine, deliberò di ripristinare nel miglior modo possibile detto punto, incaricando l' Istituto geografico militare di eseguire le relative operazioni.

L' antico campanile di Venezia presentava già nel 1882, anno in cui fu su di esso eseguita la stazione geodetica, una pendenza, (bene apprezzabile anche ad occhio,) la quale faceva sì che la verticale del centro trigonometrico come sopra definito, si scostasse dal centro di figura delle fondamenta di una quantità non trascurabile agli effetti geodetici. Il nuovo campanile pertanto, ricostruito identico all' antico e verticalmente sulle stesse sue fondamenta, doveva necessariamente risultare colla sua parte superiore spostata rispetto alla posizione che già occupò la parte superiore dell' antico, e non era perciò lecito identificare senz' altro l' asse del nuovo campanile al centro trigonometrico perduto; e, per regolarizzare le cose, si presentava spontaneamente l' idea di abolire l' antico centro ed assumere come tale l' asse del nuovo campanile determinandolo geodeticamente *ex novo* sui vertici del poligono di 1° ordine di cui Venezia è centro e che sono :

Caorle	asse del campanile parrocchiale.
Donada	id. id.
M. Venda. . .	pilastrino sui ruderi di un antico convento.
Padova	asse torre dell' Osservatorio astronomico.
M. Grappa . .	segnale geodetico.
Oderzo	asse del campanile parrocchiale.

Se non che bastò un semplice esame delle operazioni che richiedeva un tal procedimento per convincere immediatamente della sua inattuabilità.

La determinazione completa coi punti sopra indicati porterebbe infatti a sette stazioni con, in complesso, almeno 18 direzioni da osservare in condizioni difficilissime, sia per le considerevoli distanze dalle quali i punti sono separati sia, (e principalmente) per le condizioni atmosferiche della regione nella quale domina la caligine (*). Era dunque prevedibile che, malgrado l' opera combinata di un certo numero di operatori e gli espedienti tecnici ai quali sarebbe abbisognato ricorrere, i lavori si sarebbero protratti a lungo con gravissime spese, senza contare poi che i segnali caduti di Monte Grappa e M. Venda non si potrebbero forse oggi, a trentadue anni di distanza, ricollocare a posto colla necessaria precisione; dimodochè gli elementi che dovrebbero servire di fondamento alla nuova determinazione non sarebbero più quelli di allora e, conseguentemente, il nuovo lavoro non risulterebbe omogeneo coll' antico.

Tutto ciò per la sola parte che riguarda i lavori di campagna. — Una volta poi determinato questo nuovo punto, sarebbe abbisognato riferire ad esso il lavoro già calcolato che fa capo a Venezia; in altri termini sarebbe occorso ricalcolarlo e compensarlo nuovamente annullando quello che già fu pubblicato, il che avrebbe dato luogo anche ad un lavoro di tavolino veramente ingente.

Fu dunque ritenuto più conveniente seguire un procedimento informato ad altro concetto; si cercò cioè di ritrovare sul nuovo campanile di Venezia la posizione perduta dell' antico centro per restituire a questo la sua funzione, con che nulla rimane cambiato nei lavori già eseguiti e pubblicati. Così facendo si ha, è vero, su di un campanile un centro trigonometrico che, contrariamente alle consuetudini, non si trova sulla verticale della sua sommità, ma ciò, oltre all' avere dei precedenti, ha una importanza molto relativa dal momento che, ritrovato il punto, si potranno sempre riferire ad esso le osservazioni che eventualmente verranno in avvenire eseguite con riferimento all' asse del nuovo campanile.

Il problema cambia così di natura, e la sua risoluzione si fonda sul confronto di angoli misurati oggi sul nuovo campanile (e ridotti al centro di esso) fra alcuni punti non molto lontani da Venezia (e perciò in condizioni di facile visibilità) cogli analoghi angoli misurati nel 1882 *fra i medesimi punti* e ridotti al centro trigonometrico di allora; le rispettive differenze ci daranno, come vedremo, il modo di determinare le coordinate polari dell' antico centro rispetto all' asse del nuovo campanile.

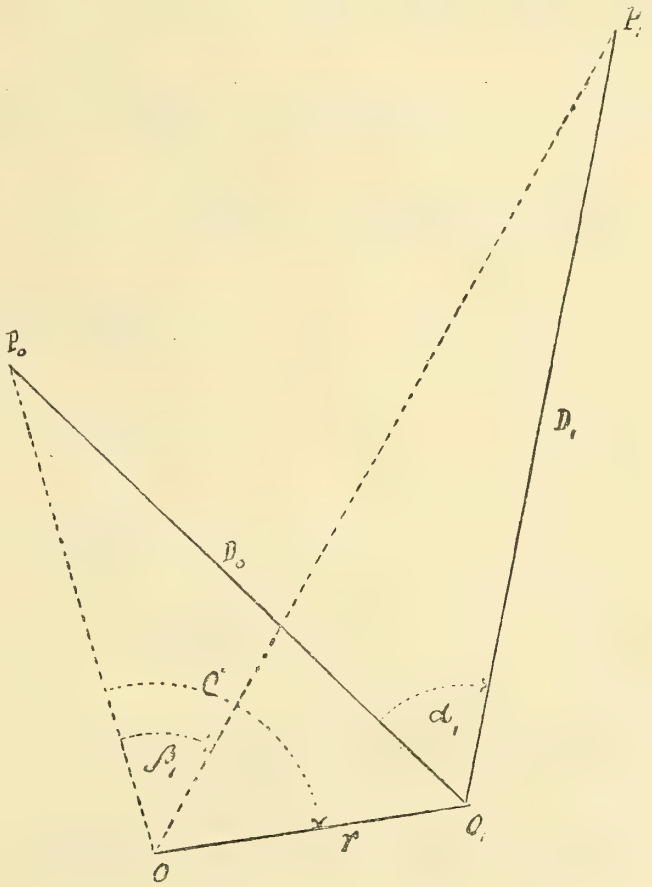
Il metodo non è nuovo dal punto di vista analitico, ma le condizioni speciali in cui esso viene ora applicato conferiscono alla operazione un certo interesse; ed è per

(*) Lo scrivente ricorda di aver raccolto dalla bocca stessa degli operatori che presero parte nel 1882 a quel lavoro, (i compianti Ing.i Cloza e Domeniconi) la narrazione delle gravissime difficoltà incontrate. — Pei soli puntamenti fra Caorle e Venezia, che furono possibili soltanto dopo il tramonto del Sole, occorsero poco meno di due mesi; e per ottenere la reciproca visibilità fu necessario fare stazione *sulla punta* del campanile di Caorle, spendendo una considerevole somma per costruire la necessaria armatura.

questo che la Presidenza della R. Commissione geodetica italiana ha incaricato lo scrivente di farne oggetto di una nota da rendersi di pubblica ragione la quale servirà più che altro a dare un criterio sul grado di precisione che può essere raggiunto nella risoluzione di un problema come quello che ci occupa.

Incomincio pertanto dal riassumere il procedimento analitico per applicarlo poi ai dati (*) risultati dalla osservazione.

Sia O il centro del nuovo campanile di Venezia ed O_1 la posizione che su di esso occuperebbe (al piano del pavimento della balaustra) la verticale dell' antico centro trigonometrico. — Siano P_0 e P_1 due punti geodetici distanti respettivamente di D_0 e D_1 da Venezia e che furono osservati tanto nel 1882 quanto nel 1913 ; e siano respettivamente α_1 e β_1 gli angoli fra le loro visuali misurati respettivamente allora ed oggi e ridotti ai rispettivi centri trigonometrici.



L' angolo β_1 deve teoricamente divenire α_1 se trasportiamo il suo vertice O al punto O_1 mediante gli elementi di riduzione (per ora incogniti)

$$\left\{\begin{array}{c}\text{eccentricità } \overline{OO_1} = r \\ \text{Angolo di orientamento } C \text{ della } \overline{OO_1} \text{ rispetto alla } OP_0\end{array}\right.$$

Dovremo dunque avere, chiamando per simmetria delle formole, β_0 la direzione a P_0 che è uguale a zero,

$$\beta_1 + r\frac{\operatorname{sen}(\beta_1 - C)}{D_1 \operatorname{sen} 1''} - r\frac{\operatorname{sen}(\beta_0 - C)}{D_0 \operatorname{sen} 1''} = \alpha_1$$

da cui si deduce

$$\beta_1 + r\frac{\operatorname{sen}\beta_1 \cos C - \operatorname{sen} C \cos\beta_1}{D_1 \operatorname{sen} 1''} - r\frac{\operatorname{sen}\beta_0 \cos C - \operatorname{sen} C \cos\beta_0}{D_0 \operatorname{sen} 1''} = \alpha_1$$

(*) Questi dati furono gentilmente comunicati dalla Direzione del R. Istituto geografico militare.

e se poniamo

$$(1) \qquad \begin{cases} r \cos C = x \\ r \operatorname{sen} C = y \end{cases}$$

la precedente può scriversi (essendo $\operatorname{sen} \beta_0 = 0$)

$$(2) \qquad \frac{\operatorname{sen} \beta_1}{D_1 \operatorname{sen} 1''} x + \left(\frac{\cos \beta_0}{D_0 \operatorname{sen} 1''} - \frac{\cos \beta_1}{D_1 \operatorname{sen} 1''} \right) y + \beta_1 - \alpha_1 = 0$$

nella quale $\cos \beta_0 = 1$; e se poniamo anche

$$\frac{\operatorname{sen} \beta_1}{D_1 \operatorname{sen} 1''} = a_1$$

$$\frac{\cos \beta_0}{D_0 \operatorname{sen} 1''} = c_0$$

$$\frac{\cos \beta_1}{D_1 \operatorname{sen} 1''} = c_1$$

e

$$c_0 - c_1 = b_1 \qquad \text{e} \quad \beta_1 - \alpha_1 = l_1$$

la stessa (2) diviene

$$a_1 x + b_1 y + l_1 = 0$$

Per un secondo punto P_2, pure accoppiato con P_0, sarà analogamente

$$a_2 x + b_2 y + l_2 = 0$$

ed avremo così due equazioni in x e in y necessarie e sufficienti a darci i valori di x e y, dai quali poi, per mezzo delle (1), possiamo ricavare r e C, ossia gli elementi di riduzione incogniti; avremo cioè

$$(3) \qquad \operatorname{tang} C = \frac{y}{x} \qquad r = \frac{y}{\operatorname{sen} C} = \frac{x}{\cos C} = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Il nostro problema risulta così *puramente* e *semplicemente* determinato; se non che, considerando anche altri punti accoppiati pure con P_0, otteniamo altre analoghe equazioni che, fatte coesistere colle due precedenti secondo il metodo dei minimi quadrati, rendono il problema *più che determinato*, dandoci così il modo di ricavare dei valori *più probabili* di x e y nonchè i loro rispettivi errori temibili.

Avremo così, ponendo in generale,

$$a_s = \frac{\operatorname{sen} \beta_s}{D_s \operatorname{sen} 1''}$$

$$C_s = \frac{\cos \beta_s}{D_s \operatorname{sen} 1''}$$

$$b_s = c_0 - c_s \qquad \text{e} \qquad l_s = \beta_s - \alpha_s$$

il sistema di equazioni mediate

$$\begin{aligned} a_1 x + b_1 y + l_1 &= 0 \\ a_2 x + b_2 y + l_2 &= 0 \\ &\cdots\cdots\cdots \\ a_s x + b_s y + l_s &= 0 \end{aligned} \tag{4}$$

le quali saranno tante quanti sono i punti considerati all' infuori di P_0, e da esse dedurremo le equazioni normali che ci daranno i valori di x e y.

Nella unita Tabella I si trovano raccolti i punti che sono stati presi in considerazione (punti di 3° ordine della rete) e, in corrispondenza di ciascuno di essi, i logaritmi delle loro distanze da Venezia nonchè le respettive direzioni osservate nel 1913 (Direz. β) e nel 1882 (Direz. α) le une e le altre ridotte ai respettivi centri trigonometrici e riferite alla medesima direzione *Salzano* assunta come origine. Le differenze $\beta - \alpha$ sono state registrate nella colonna analogamente intestata e, per ogni direzione, sono stati calcolati i respettivi coefficienti $a_s c_s$ e b_s. (Essendo $\beta_0 = 0$, si ha $a_0 = 0$ e $c_0 = \frac{1}{D_0 \operatorname{sen} 1''} = 9,9$). Con questi coefficienti sono state formate le *equazioni mediate* (4) le quali figurano nella parte sinistra della Tabella II, e da esse sono state ricavate, col noto metodo, le *equazioni normali* formando i loro coefficienti sulla destra della Tabella stessa.

Nella medesima Tabella figurano poi le due equazioni normali le quali sono risolute nella Tabella III. I valori x e y ottenuti sono stati sostituiti nelle equazioni mediate ottenendo gli scostamenti v (Tabella II) dai cui quadrati è stato ricavato l' errore medio μ della unità di peso che ha servito a dedurre i valori degli errori medi delle incognite x e y (Tabella III). Da queste poi sono stati dedotti i valori che si cercavano della eccentricità r e dell'angolo di orientamento C di essa rispetto a Salzano.

TABELLA I.

Numero d'ordine	log distanza da Venezia	Punti osservati	Direzioni osservate nel 1913 β	$\beta - \alpha$	Direzioni osservate nel 1882 α	$\frac{\text{sen } \beta_s}{D_s \text{ sen } 1''}$ a	$\frac{\cos \beta_s}{D_s \text{ sen } 1''}$ c	$\frac{\cos \beta_o}{D_o \text{ sen } 1''} - \frac{\cos \beta_s}{D_s \text{ sen } 1''}$ b
			° ′ ″		° ′ ″			
0	4,31745	Salzano	0,00,00,0	0,″0	0,00,00,0	0,0	+ 9,9	
1	3,15980	S. Geremia	15,07,30,3	+ 106, 4	15,05,43,9	+ 37,2	+ 137,8	— 127,9
2	3,98974	Favaro	34,48,09,3	+ 9, 9	34,47,59,4	+ 12,1	+ 17,3	— 7,4
3	4,20881	Mogliano	33,02,22,9	+ 6, 1	33,02,16,8	+ 7,0	+ 10,7	— 0,8
4	4,42820	Treviso	46,20,59,4	+ 2, 1	46,20,57,3	+ 5,6	+ 5,3	+ 4,6
5	4,25950	Casal del Sile	59,12,41,7	— 0, 3	59,12,42,0	+ 9,7	+ 5,8	+ 4,1
6	4,22578	Musestre	70,05,01,6	— 0, 9	70,35,02,5	+ 11,6	+ 4,1	+ 5,8
7	4,44841	S. Donà di Piave	101,18,12,0	— 1, 1	101,18,13,1	+ 7,2	— 1,3	+ 11,4
8	4,29510	Cavallino	137,30,02,3	— 11, 5	137,30,13,8	+ 7,1	— 7,7	+ 17,6
9	3,97409	Torre Piloti	248,44,32,2	— 16, 4	248,44,48,6	— 20,4	— 8,0	+ 17,9
10	4,39049	Chioggia	253,33,15,7	— 16, 4	253,33,32,1	— 8,1	— 2,4	+ 12,3
11	4,03137	Faro Rocchetta	253,51,43,0	— 20, 8	253,52,03,8	— 18,4	— 5,4	+ 15,3
12	4,02939	» Spignon	260,41,46,1	— 14, 9	260,42,01,0	— 19,0	— 3,1	+ 13,0
13	4,46444	Arzergrande	294,23,35,0	— 3, 2	294,23,38,2	— 6,4	+ 2,9	+ 7,0
14	4,16460	Gambarara	328,26,07,3	— 0, 9	328,26,08,2	— 7,4	+ 12,0	— 2,1
15	4,31672	Dolo	329,11,37,3	— 3, 8	329,11,41,1	— 5,1	+ 8,5	+ 1,4

TABELLA II.

Numero d' ordine	EQUAZIONI MEDIATE			Scostamenti	
				v	vv
	a	b	l		
1	$0 = +37{,}2\,x$	$-127{,}9\,y$	$+106{,}4$	$+0{,}4$	0,16
2	$0 = +12{,}4$	$-7{,}4$	$+9{,}9$	0,0	0,00
3	$0 = +7{,}0$	$-0{,}8$	$+6{,}1$	$-2{,}9$	8,41
4	$0 = +5{,}6$	$+4{,}6$	$+2{,}1$	$+3{,}2$	10,24
5	$0 = +9{,}7$	$+4{,}1$	$-0{,}3$	$-1{,}0$	1,00
6	$0 = +11{,}6$	$+5{,}8$	$-0{,}9$	$-1{,}1$	1,00
7	$0 = +7{,}2$	$+11{,}4$	$-1{,}1$	$+4{,}4$	19,36
8	$0 = +7{,}1$	$+17{,}6$	$-11{,}5$	$-1{,}5$	2,25
9	$0 = -20{,}4$	$+17{,}9$	$-16{,}4$	$+4{,}1$	16,81
10	$0 = -8{,}1$	$+12{,}3$	$-16{,}4$	$-4{,}5$	20,25
11	$0 = -18{,}4$	$+15{,}3$	$-20{,}8$	$-2{,}9$	8,41
12	$0 = -19{,}0$	$+13{,}0$	$-14{,}9$	$+1{,}5$	2,25
13	$0 = -6{,}4$	$+7{,}0$	$-3{,}2$	$+4{,}2$	17,64
14	$0 = -7{,}4$	$-2{,}1$	$-0{,}9$	$+0{,}4$	0,16
15	$0 = -5{,}1$	$+1{,}4$	$-3{,}8$	$-0{,}9$	0,81
	$\mu = \pm\sqrt{\frac{108{,}75}{15-2}} = \pm\sqrt{\frac{108{,}75}{13}} = \pm 2{,}892$				108,75
	$\log \mu = 0{,}4612429$				

FORMAZIONE DEI COEFFICIENTI DELLE EQUAZIONI NORMALI										
1ª Equazione					2ª Equazione					
aa	$+ ab -$		$+ al -$		$+ ba -$		bb	$+ bl -$		
1383,3		4757,9	3958,1			4757,9	16358,4		13608,6
146,4		89,5	119,8			89,5	54,8		73,3
49,0		5,6	42,7			5,6	0,6		4,9
31,4	25,8		11,8		25,8		21,2	9,7	
94,1	39,8			2,9	39,8		16,8		1,2
134,6	67,3			10,4	67,3		33,6		5,2
51,8	82,1			7,9	82,1		130,0		12,5
50,4	125,0			81,6	125,0		309,8		202,4
416,2		365,2	334,6			365,2	320,4		293,6
65,6		99,6	132,8			99,6	151,3		201,7
338,6		281,5	382,7			281,5	234,1		318,2
361,0		247,0	283,1			247,0	169,0		193,7
41,0		44,8	20,5			44,8	49,0		22,4
54,8	15,5		6,7		15,5		4,4	1,9	
26,0		7,1	19,4			7,1	2,0		5,3
	355,5	5898,2 355,5	5312,2 102,8	102,8	355,5	5898,2 355,5		11,6	14943,0 11,6
3244,7 $=[aa]$		$-5542{,}7$ $=[ab]$	$+5209{,}4$ $=[al]$			$-5542{,}7$ $=[ba]$	$+17855{,}4$ $=[bb]$		$-14931{,}4$ $=[bl]$

EQUAZIONI NORMALI

$$3244{,}7\,x - 5542{,}7\,y + 5209{,}4 = 0$$

$$\text{——} \quad 17855{,}4\,y - 14931{,}4 = 0$$

TABELLA III.

RISOLUZIONE DELLE EQUAZIONI NORMALI

$(aa) = 3244{,}7$	$(ab) = -5542{,}7$	$(al) = +5209{,}4$
$\log(aa) = 3{,}5111745$	$\log(ab) = 3{,}7437214\,n$	$\log(al) = 3{,}7167877$
	$\log\frac{(ab)}{(aa)} = 0{,}2325469\,n$	$\log\frac{(ab)}{(aa)} = 0{,}2325469\,n$
	$\log\frac{(ab)}{(aa)}(ab) = 3{,}9762683$	$\log\frac{(ab)}{(aa)}(al) = 3{,}9493346\,n$
	$\frac{(ab)}{(aa)}(ab) = 2468{,}2$	$\frac{(ab)}{(aa)}(al) = -2898{,}9$
	$(bb) = 17855{,}4$	$(bl) = -14931{,}4$
	$\log(bb.1) = 8387{,}2$	$(bl.1) = -6032{,}5$
	$\log(bb.1) = 3{,}9236170$	$\log(bl.1) = 3{,}7804973$
		$\log(bb.1) = 6{,}0763830$
		$\log.\ y = 9{,}8568803$ $\quad y = 0{,}71925$ m

$\log(ab) = 3{,}7437214\,n$
$\log\ y = 9{,}8568803$

$\log[(ab)y] = 3{,}6006017\,n$ $\qquad (ab)y = -3986{,}6$
$(al) = +5209{,}4$

$(ab)y + (al) = +1222{,}8$

$\log(ba) = 3{,}7437214\,n$
id. $= 3{,}7437214\,n$
clog $(bb) = 5{,}7482280$

$\log[(ab)y + (al)] = 3.0873554$
clog $(aa) = 6{,}4888255$

$\log\frac{(ba)}{(bb)}(ba) = 3{,}2356708 = \log 1720{,}6$
$(aa) = 3244{,}7$

$\log x = 9{,}5761809\,n$ $\quad x = -0{,}37686$ m

$(aa.1) = 1524{,}1$

VERIFICAZIONE

$\log(aa) = 3{,}5111745$		$\log(ab) = 3{,}7437214\,n$	
$\log x = 9{,}5761809\,n$		$\log x = 9{,}5761809\,n$	
$\log[(aa)x] = 3{,}0873554\,n.$	$(aa)x = -1222{,}8$	$\log[(ab)x] = 3{,}3199023$	$(ab)x = +2088{,}8$
$\log(ab) = 3{,}7437214$		$\log(bb) = 4{,}2517720$	
$\log y = 9{,}8568803$		$\log y = 9{,}8568803$	
$\log[(ab)y] = 3{,}6006017\,n$	$(ab)y = -3986{,}6$	$\log[(bb)y] = 4{,}1086523$	$(bb)y = +12842{,}6$
	$(al) = +5209{,}4$		$(bl) = -14931{,}4$
	0.0		0,0

ERRORI MEDI DELLE x E y

$$m_y = \frac{\mu}{\sqrt{p_y}} = \frac{\mu}{\sqrt{(bb.1)}} = \frac{\mu}{\sqrt{8387{,}2}} = \pm 0{,}032 \text{ m}$$

$$m_x = \frac{\mu}{\sqrt{p_x}} = \frac{\mu}{\sqrt{(aa.1)}} = \frac{\mu}{\sqrt{1524{,}1}} = \pm 0{,}074 \text{ m}$$

$\log\mu = 0{,}4612429$ (vedi Tabella II)

DEDUZIONE DEI VALORI DELLA ECCENTRICITÀ r E DELLA DIREZIONE AL CENTRO C

$$\text{tang } C = \frac{y}{x} \qquad r = \frac{y}{\text{sen } C}$$

$\log y = 9{,}8568803$
clog $x = 0{,}4238191\,n$

$\log \text{tang } C = 0{,}2806994\,n =$ . . . .log tang 62°, 20′, 50″
180°, 00′, 00″

Direzione al centro $C = 117°, 39', 10''$ (origine Salzano)

$\log y = 9{,}8568803$
clog sen $C = 0{,}0526757$

$\log r = 9{,}9095560$ $\qquad$ Eccentricità $r = 0{,}812$ m

Le coordinate polari r e C dell'antico centro trigonometrico riferite al centro del nuovo campanile assunto come polo e alla direzione a Salzano presa come asse polare sono dunque

$$r = 0^{m},81$$
$$C = 117^{0},39',10'' \text{ (orig. Salzano)}$$

Gli errori medi della x e della y risultano respettivamente $\pm 0,07^{m}$ e $\pm 0,03^{m}$ e quelli sulle r e C (che è superfluo calcolare) dovranno necessariamente essere dello stesso ordine.

La precisione o, per modo di dire, la *sensibilità* del metodo esposto riposa, a parità di altre circostanze, sulle quantità di variazione della riduzione al centro col variare della distanza del punto, e sarà perciò teoricamente, tanto maggiore quanto più il punto è vicino; (tanto è vero che, se i punti collimati fossero a distanza infinita, la nostra ricerca diverrebbe irrealizzabile) d'altra parte però è anche vero che, quando il punto è vicino, si ha in generale, (e sempre a parità di altre circostanze) un maggiore errore di puntamento, errore che va a pesare sulla differenza che abbiamo indicato con β-α e che è la base della ricerca; cosicchè sembrerebbe a prima vista che questa seconda influenza dovesse paralizzare il vantaggio offerto dalla minore distanza; si potrebbe però facilmente dimostrare che, malgrado ciò, si ha sempre un prevalente vantaggio dalla adozione di punti vicini, semprechè, ben' inteso, siano stati collimati con una certa cura; ed è questa appunto la ragione che ha consigliato di utilizzare nella ricerca i punti di 3° ordine i quali, fra i punti vicini, sono da ritenersi i meglio collimati.

Si può poi osservare che le nuove misure angolari, essendo state eseguite a scopo d'indagine, sono da ritenersi di precisione assai maggiore delle analoghe misure effettuate nel 1882, e tali da poterle considerare, in certo modo, come esatte rispetto alle antiche; per cui gli scostamenti v che si verificano nelle equazioni mediate verrebbero così a rappresentare, quasi diremmo, gli errori, o almeno, delle quantità dell'ordine degli errori commessi sulle direzioni di 3° ordine osservate nel 1882; e poichè detti scostamenti sono, come si vede, dello stesso ordine, (se non di ordine minore) degli errori che in pratica affettano *in via normale* le direzioni di 3° ordine, così ci possiamo ritenere soddisfatti dei risultati.

D'altra parte poi gli errori medi trovati per la x e per la y ci confermano queste conclusioni, giacchè la loro ipotenusa, che risulta di circa un decimetro e che rappresenta, presso a poco, l'errore sulla eccentricità, corrisponde angolarmente, per una distanza media dei punti di 3° ordine, ad uno spostamento laterale angolare di 3 a 4 secondi circa, spostamento che è appunto dell'ordine degli scostamenti v delle equazioni mediate.

Alla determinazione così ottenuta degli elementi di riduzione possiamo dare un controllo, per quanto sommario, mediante elementi completamenti nuovi.

(*Segue a pag. 176*)

TABELLA IV.

Da S. Geremia

		° ′ ″
Angolo *I Frari - Venezia*	(1882)	318 48 35,7
	(1913)	318 50 49,6
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 2′ 13″,9
Angolo *Murano - Venezia*	(1882)	76 07 45,7
	(1913)	76 09 44,7
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 1′ 59,″0
Angolo *Favaro - Venezia*.	(1882)	156 58 35,7
	(1913)	157 00 31,6
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 1′ 55,″9
		= — 2′ 02″,9

$r = 0{,}81$

log cost. = 5,31443
» r = 9,90848
» seny = 9,98953
colog D = 6,84020

log rid. = 2,05264

	° ′ ″
Direz. centro	117, 39, 10
a Venezia	
Direz. S. Geremia =	15, 07, 30
» centro =	117, 39, 10
y =	257, 28, 20

	′ ″
riduz. calcolata =	— 1, 53,0
» osservata =	— 2, 02,9
Differenza =	9″,9

(Corrispondente allo spostamento laterale di 0ᵐ,07)

Da Favaro

		° ′ ″
Angolo *S. Geremia - Venezia*	(1882)	356 40 59,4
	(1913)	356 41 20,5
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 21″,1
Angolo *Salzano - Venezia*	(1882)	238 24 37,3
	(1913)	238 24 49,6
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 12″,3
Angolo *Chirignago - Venezia*	(1882)	265 17 41,4
	(1913)	265 17 51,0
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 09″,6
Angolo *Gambarara - Venezia*	(1882)	286 17 07,0
	(1913)	286 17 26,4
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 19″,4
		= — 15″,6

$r = 0{,}81$

log cost. = 5,31443
» r = 9,90848
» seny = 9,99660
colog D = 6,01026

log rid. = 1,22977

	° ′ ″
Direz. centro	117, 39, 10
a Venezia	
Direz. a Favaro =	34, 48, 10
» centro =	117, 39, 10
y =	277, 08, 00

	′ ″
riduz. calcolata =	— 0, 17,0
» osservata =	— 0, 15,6
Differenza =	1″,4

(Corrispondente allo spostamento laterale di 0ᵐ,07)

Da Chirignago

Angolo *Mestre - Venezia*	(1882)	37 57 06,7
	(1913)	37 57 17,2
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= — 10″,5
Angolo *Carpaneto - Venezia*	(1882)	50 35 07,6
	(1913)	50 35 24,4
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= — 16″,8
Angolo *Favaro - Venezia*.	(1882)	48 27 34,9
	(1913)	48 27 45,4
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= — 10″,5
		= — 12″,6

log cost. = 5,31443
» *r* = 9,90848
» seny = 9,93888
colog *D* = 5,88592

log rid. = 1,04771

D tro 117, 39, 10
a Venezia
° ′ ″
Direz. Chirignago = 357, 57, 50
» centro = 117, 39, 10
y = 240, 18, 40

′ ″
riduz. calcolata = — 0, 11,2
» osservata = — 0, 12,6
Differenza = 1″, 4

(Corrispondente allo spostamento laterale di 0ᵐ,08)

Da Torre Piloti

Angolo *Poveglia - Venezia*	(1882)	358 08 12,8
	(1913)	358 08 03,5
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= + 09″,3
Angolo *Malamocco - Venezia*	(1882)	344 32 26,6
	(1913)	344 32 08,8
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= + 17″,8
Angolo *Faro Rocchetta - Venezia*. .	(1882)	143 16 13,6
	(1913)	143 16 08,1
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= + 05″,5
Angolo *Faro Spignon - Venezia* . .	(1882)	115 18 05,3
	(1913)	115 17 47,8
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= + 17″,5
		= + 12″,5

r = 0,81
log cost. = 5,31443
» *r* = 9,90848
» seny = 9,87719
colog *D* = 6,02591

log rid. = 1,12601

° ′ ″
Direz. centro 117, 39, 10
a Venezia
° ′ ″
Direz. a Torre Piloti = 248, 44, 30
» centro = 117, 39, 10
y = 131, 05, 20

′ ″
riduz. calcolata = + 0, 13,4
» osservata = + 0, 12,5
Differenza = 0″,9

(Corrispondente allo spostamento laterale di 0ᵐ,04)

TABELLA IV.

Da S. Geremia

		° ′ ″
Angolo *I Frari - Venezia*	(1882)	318 48 35,7
	(1913)	318 50 49,6
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 2′ 13″,9
Angolo *Murano - Venezia*	(1882)	76 07 45,7
	(1913)	76 09 44,7
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 1′ 59,″0
Angolo *Favaro - Venezia*.	(1882)	156 58 35,7
	(1913)	157 00 31,6
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 1′ 55,″9
		= — 2′ 02″,9
Angolo *S. Geremia - Venezia*	(1882)	356 40 59,4
	(1913)	356 41 20,5
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 21″,1
Angolo *Salzano - Venezia*	(1882)	238 24 37,3
	(1913)	238 24 49,6
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 12″,3
Angolo *Chirignago - Venezia*	(1882)	265 17 41,4
	(1913)	265 17 51,0
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 09″,6
Angolo *Gambarara - Venezia*	(1882)	286 17 07,0
	(1913)	286 17 26,4
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 19″,4
		= — 15″,6

$r = 0{,}81$

log cost. = 5,31443
» r = 9,90848
» seny = 9,98953
colog D = 6,84020

log rid. = 2,05264

Direz. centro 117, 39, 10 a Venezia
Direz. S. Geremia = 15, 07, 30
» centro = 117, 39, 10

y = 257, 28, 20

′ ″
riduz. calcolata = — 1, 53,0
» osservata = — 2, 02,9
Differenza = 9″,9

(Corrispondente allo spostamento laterale di 0m,07)

Da Favaro

		° ′ ″
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 21″,1
Angolo *Salzano - Venezia*	(1882)	238 24 37,3
	(1913)	238 24 49,6
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 12″,3
Angolo *Chirignago - Venezia*	(1882)	265 17 41,4
	(1913)	265 17 51,0
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 09″,6
Angolo *Gambarara - Venezia*	(1882)	286 17 07,0
	(1913)	286 17 26,4
Angolo *Venezia* (1913) — *Venezia* (1882)		= — 19″,4
		= — 15″,6

$r = 0{,}81$

log cost. = 5,31443
» r = 9,90848
» seny = 9,99660
colog D = 6,01026

log rid. = 1,22977

Direz. centro 117, 39, 10 a Venezia
Direz. a Favaro = 34, 48, 10
» centro = 117, 39, 10

y = 277, 08, 00

′ ″
riduz. calcolata = — 0, 17,0
» osservata = — 0, 15,6
Differenza = 1″,4

(Corrispondente allo spostamento laterale di 0m,07)

Da Chirignago

		° ′ ″
Angolo *Mestre - Venezia*	(1882)	37 57 06,7
	(1913)	37 57 17,2
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= — 10″,5
Angolo *Carpaneto - Venezia*	(1882)	50 35 07,6
	(1913)	50 35 24,4
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= — 16″,8
Angolo *Favaro - Venezia*.	(1882)	48 27 34,9
	(1913)	48 27 45,4
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= — 10″,5
		= — 12″,6
Angolo *Poveglia - Venezia*	(1882)	358 08 12,8
	(1913)	358 08 03,5
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= + 09″,3
Angolo *Malamocco - Venezia*	(1882)	344 32 26,6
	(1913)	344 32 08,8
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= + 17″,8
Angolo *Faro Rocchetta - Venezia*. .	(1882)	143 16 13,6
	(1913)	143 16 08,1
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= + 05″,5
Angolo *Faro Spignon - Venezia* . .	(1882)	115 18 05,3
	(1913)	115 17 47,8
Angolo *Venezia* (1882) — *Venezia* (1913)		= + 17″,5
		= + 12″,5

$r = 0{,}81$

log cost. = 5,31443
» r = 9,90848
» seny = 9,93888
colog D = 5,88592

log rid. = 1,04771

Direz. centro 117, 39, 10 a Venezia
Direz. Chirignago = 357, 57, 50
» centro = 117, 39, 10

y = 240, 18, 40

′ ″
riduz. calcolata = — 0, 11,2
» osservata = — 0, 12,6
Differenza = 1″, 4

(Corrispondente allo spostamento laterale di 0m,08)

Da Torre Piloti

$r = 0{,}81$

log cost. = 5,31443
» r = 9,90848
» seny = 9,87719
colog D = 6,02591

log rid. = 1,12601

Direz. centro 117, 39, 10 a Venezia
Direz. a Torre Piloti = 248, 44, 30
» centro = 117, 39, 10

y = 131, 05, 20

′ ″
riduz. calcolata = + 0, 13,4
» osservata = + 0, 12,5
Differenza = 0″,9

(Corrispondente allo spostamento laterale di 0m,04)

Abbiamo infatti le direzioni osservate nel 1882 sull'antico centro di Venezia da alcuni dei punti di 3° ordine circostanti riferite ad altri punti tuttora esistenti della rete. Riosservando oggi le direzioni fra i medesimi punti e, di più, l'asse del nuovo campanile, veniamo ad ottenere, per differenza, in ogni punto in cui si fa stazione, il valore del piccolo angolo fra il nuovo centro e l'antico, valore che, se gli elementi di riduzione ritrovati sono giusti, deve concordare sensibilmente con quello che si può calcolare direttamente cogli elementi stessi. Questo controllo è stato eseguito dai punti: S. Geremia, Favaro, Chirignago e Torre Piloti coi risultati che figurano nella Tabella IV.

Come si vede, le differenze sono assai piccole e corrispondono a spostamenti dell'ordine degli errori medi della x e della y ossia della r. Tuttavia si deve ritenere questo controllo solo come sommario e non farlo entrare a modificare i risultati ottenuti colle osservazioni a Venezia; giacchè queste appartengono ad un punto nel quale gli elementi di riduzione al centro furono determinati, tanto nel 1882 quanto nel 1913, come si conviene ad un punto geodetico di 1° ordine, ossia colla migliore accuratezza, e perchè è da ritenersi che le osservazioni a Venezia, eseguite con maggior comodità e con istrumenti più potenti, siano migliori di quelle eseguite nei punti di 3° ordine. Ritenendo dunque per buoni solo i valori risultati dalle osservazioni eseguite a Venezia, possiamo essere pressochè sicuri di aver ritrovato l'antico centro trigonometrico con una incertezza che si aggira attorno ad un decimetro circa.

Se si tiene presente che gli edifizi, ed in particolare i campanili, per quanto regolarmente costruiti, non sono corpi geometrici e che perciò le loro linee (assi spigoli ecc.) comportano un certo grado di indeterminatezza; che anche le misure degli elementi di riduzione per quanto accuratamente eseguite sono esposte esse pure all'incertezza di qualche centimetro; che i campanili attorno a Venezia non saranno tutti oggi nelle condizioni in cui si trovavano 31 anni or sono e, finalmente, se si considera anche la natura della ricerca, mi sembra che non possiamo che compiacerci dei risultati ottenuti.

Bologna, 4 Febbraio 1914

INDICE

A. Righi — *Ricerche sperimentali sui raggi magnetici in diversi gas e miscugli gassosi* (con 19 Figure) . . . . . Pag. 3

S. Canevazzi — *Sulla conservazione delle opere cementizie in presenza degli oli e dei corpi grassi in genere* . . . . . » 37

F. Guarducci — *Determinazione di latitudine astronomica a Modena.* . . . » 41

G. Capellini — *Elefanti fossili nel R. Museo Geologico di Bologna.* . . . . » 45

P. Albertoni e **P. Tullio** — *L' alimentazione maidica nel sano e nel pellagroso.* . . . . . » 59

A. Cavazzi — *Determinazione dell' anidride carbonica nei carbonati decomposti dalle soluzioni di cloruro di ammonio.* . . . . . » 93

A. Cavazzi — *Osservazioni e proposte intorno ai saggi chimici del gesso* . . » 105

A. Razzaboni — *Sulle superficie nelle quali i circoli osculatori delle linee di curvatura di un sistema tagliano un piano fisso sotto un angolo costante.* » 113

B. Galdi — *Sul calcare di Cresta del Gallo nell' Avellinese* . . . . . » 137

G. Ruggi — *Intorno alla nefroptosi teoricamente e praticamente considerata* (con 6 figure nel testo) . . . . . » 143

F. Guarducci — *Sul ripristinamento del centro trigonometrico di 1° ordine sul nuovo campanile di S. Marco di Venezia* . . . . . » 165

MEMORIE

DELLA

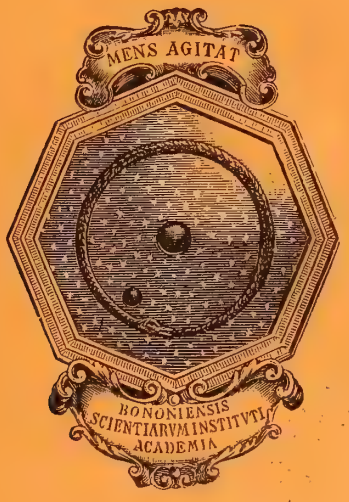
R. ACCADEMIA DELLE SCIENZE

DELL'ISTITUTO DI BOLOGNA

CLASSE DI SCIENZE FISICHE

SERIE VII. – TOMO I.

Fascicoli Terzo e Quarto.



Smithsonian Institution
JAN 21 1920
National Museum

BOLOGNA

TIPOGRAFIA GAMBERINI E PARMEGGIANI

1915

CONTRIBUTO
ALL' ESOFAGOTOMIA NEI SOLIPEDI

MEMORIA

DEL

Prof. ANGELO BALDONI

Smithsonian Institution ... National Museum

(letta nella Sessione del 17 Marzo 1914).

(CON UNA TAVOLA DOPPIA)

L' esofagotomia, entrata nella pratica veterinaria specialmente per opera di Vitet, il quale nel 1771 la raccomandò ritenendo le ferite dell' esofago non così pericolose come generalmente si credeva, è stata praticata in moltissimi casi di arresto di corpi estranei nella porzione cervicale dell' organo, con esito molto diverso. In base ai risultati ottenuti, sono stati emessi pareri discordi sulle conseguenze e quindi sulla convenienza dell' operazione.

Infatti, dando un rapido sguardo al ricco materiale bibliografico, che non riportiamo per intero per non uscire dai limiti che ci siamo imposti, troviamo da un lato Felix, Peyron, Moisant, Regis, Bouley, Reynal, Rey e tanti altri più vicini a noi, che ammisero l' innocuità dell' esofagotomia, la quale fu eseguita anche allo scopo di alimentare gli animali in casi di frattura dei mascellari e in casi di tetano; dall' altro Hertwig, Lindenberg, Gierer che si mostrarono poco entusiasti dell' operazione, Bianchi, Lagarde e Martin che la ritennero di esito quasi costantemente mortale, Renault che sostenne che le ferite esofagee si complicano facilmente di ingorghi gangrenosi mortali, Schaack il quale affermò che l' esofagotomia è troppo opposta agli interessi dei proprietari da meritare d' occuparsene, ecc.

Queste ed altre affermazioni relative alle conseguenze immediate e tardive dell' operazione portarono a molta diffidenza verso di essa, tanto che anche oggi tutti i migliori trattatisti, salvo qualche rarissima eccezione, consigliano in casi di corpi stranieri arrestati nella porzione cervicale dell' esofago, di praticare l' esofagotomia soltanto quando tutti gli altri mezzi hanno fallito e non vi è altra risorsa possibile.

Le nostre osservazioni cliniche abbastanza numerose ci avevano già dimostrato esagerato tanto l' ottimismo degli uni, quanto il pessimismo degli altri; i risultati di ricerche sperimentali fatte su solipedi ci hanno insegnato che il successo dell' operazione in questi

animali dipende esclusivamente da tre fattori, cioè dalle condizioni dell' esofago nel momento in cui si pratica l' esofagotomia, dal modo con cui viene chiusa la breccia esofagea e dal trattamento post-operatorio.

* * *

Da lungo tempo è stata ammessa una grande tolleranza dell' esofago di fronte ai corpi estranei, ma tale opinione, diffusa con la pubblicazione di qualche caso eccezionale, non risponde a verità poichè invece per l' esofago questa tolleranza è minima e va crescendo man mano che si discende nel tubo digerente.

Il corpo estraneo si arresta nell' esofago quando ha un volume maggiore del diametro trasversale di questo condotto, e quando, pur essendo più piccolo, per le sue irregolarità di superficie, provoca spasmo dell' esofago. Tanto in un caso quanto nell' altro, la mucosa in corrispondenza del punto ostruito resta spinta eccentricamente, compressa tra il corpo estraneo e la muscolare, e diventa anemica, mentre nella porzione periferica dell' esofago, che può essere più o meno ectasica per accumulo di sostanze alimentari, la mucosa presenta stasi e la muscolare può essere in uno stato di paresi o di paralisi.

Durante i movimenti peristaltici ed antiperistaltici, talora molto accentuati, la mucosa segue il corpo estraneo che avviluppa sempre più tenacemente per lo stabilirsi di uno stato edematoso della mucosa stessa, e specialmente del connettivo sottomucoso. Per questi movimenti si formano lacerazioni ed ecchimosi nel connettivo, per cui viene maggiormente alterata la nutrizione della mucosa, la quale già compressa ed infiltrata, finisce per mortificarsi.

Naturalmente le lesioni sono più gravi e avvengono in modo molto più rapido quando l corpo straniero è molto duro ed ha alla superficie delle punte, le quali producono delle soluzioni di continuo che spesso oltrepassano i limiti della mucosa.

Ma le lesioni che avvengono nelle pareti dell' esofago non sono esclusivamente meccaniche; si iniziano subito lesioni più gravi da agenti infettivi trasportati dal corpo estraneo o già esistenti nel lume dell' organo. Si sviluppa cioè un processo infiammatorio, il quale porta alla necrosi di tratti più o meno estesi della mucosa e talora anche della muscolare, come nei casi descritti da Hertwig, da Gierer, da Hendrickx, da Caron, da Drouin e da altri.

Talora le lesioni più che all' azione traumatizzante esercitata dal corpo estraneo e all' azione dei microrganismi, sono dovute alla natura del corpo estraneo stesso. Gerosa trovò estesa mortificazione dell' esofago in un cavallo per arresto di un bolo medicamentoso contenente essenza di trementina ed acido salicilico.

Avvenuta, sia per l' azione diretta del corpo estraneo, sia in seguito a mortificazione, una soluzione di continuo della mucosa, si può formare tra le due tuniche dell' organo, al disotto del punto leso, qualche sacca piena di sostanze alimentari, come nei casi descritti da Cartwright e da Jones, per cui la distruzione della mucosa e della muscolare avviene estesa e rapida.

Nei casi in cui si sono stabilite lesioni gravi sulla mucosa, anche se non è avvenuta discontinuità della parete muscolare, si ha quasi sempre periesofagite. Se la perforazione dell' esofago si completa, si formano ascessi periesofagei, infiltrazioni purulente o settiche, estese mortificazioni di connettivo, fatti di setticemia che spesso ha esito rapidamente mortale, e il corpo estraneo può passare negli organi vicini sui quali può produrre lesioni varie.

Nella pratica ordinaria, seguendo il principio che si debba ricorrere all' esofagotomia soltanto quando tutti gli altri mezzi sono riusciti inutili, si aspetta nella fiducia che il corpo estraneo scenda nello stomaco o venga espulso spontaneamente, si favorisce la discesa e la espulsione con l' uso di sostanze diverse, alcune somministrate per bocca, altre per iniezioni, si ricorre all' estra ed intrapulsione che possono riuscire molto dannose specialmente se non bene eseguite e con mezzi non appropriati, si fanno altri tentativi ed intanto l' esofago subisce alterazioni sempre più gravi.

Quando gli accennati tentativi non hanno fatto ottenere la rimozione del corpo estraneo, si pratica l' esofagotomia, la quale, date le condizioni dell' organo, non può dare risultato soddisfacente. L' operazione eseguita invece nelle prime ore dall' accidente, in un esofago sano o per lo meno non fortemente traumatizzato, porta a risultato completo. Terrier diceva che non si deve lasciare un individuo con un corpo estraneo nell' esofago, come non si lascia un individuo con un' ernia strozzata: l' osservazione clinica ci ha dimostrato che l' esito dell' operazione è tanto più favorevole quanto più presto essa viene eseguita.

Questo principio ha valore non solo quando il corpo estraneo è duro ed angoloso, come vorrebbero Imminger e tanti altri, ma anche quando il corpo estraneo è liscio, perchè in questo caso le lesioni che si stabiliscono nell' esofago sono meno gravi e più tardive, ma rendono l' organo meno capace a sopportare il trauma operatorio. Inoltre molto spesso l' anamnesi non dà alcuna indicazione sulla natura e sulla forma del corpo estraneo e non tutti possono disporre della radioscopia e della radiografia, a cui ricorsero in un cane Morey e Porcher. Del resto questi mezzi diagnostici in simili casi nei solipedi e nei grandi ruminanti non riusciranno mai tanto utili, come lo sono nell' uomo e nei piccoli animali, per le difficoltà di applicazione.

* * *

Praticata l' esofagotomia in un esofago sano o non gravemente leso, l' esito dell' operazione dipende sopratutto dal modo con cui viene chiusa la breccia esofagea, il quale rendendo possibile una regolare cicatrizzazione di prima intenzione, rende anche meno facili le temute complicanze, quali la formazione di infiltrazioni periesofagee, di fistole, di stenosi, ecc.

Felix, in base ad osservazioni proprie ed ai risultati ottenuti da Lagrange, e Michel asserirono che la guarigione delle soluzioni di continuo dell' esofago in genere è più sicura e più rapida senza sutura che con la sutura; Dufour, Aeichel, Tain-

turier, Mayer, Hendrickx, Montensen, Glassko, Ridge, Saposhnikow ed altri in varii animali domestici lasciarono la breccia esofagea a sè stessa. Invece Michel, Bouley, Baldwinn, Reynal, Murgartroyd, Coleman si limitarono a suturare la sola breccia muscolo-cutanea, per la quale Baldwinn inpiegò anche i fili metallici e Moisant un apparecchio costituito da aste metalliche fissate con viti; Rainard, Baudius, Bucalossi e Baroncini, Trinchera, Winchester, Capitani, Bruin, Reed, Ridge, Baker ed altri fecero la sutura della tunica mucosa e della muscolare insieme, cioè ad un piano solo, mentre Landi suturò prima i margini della mucosa e quindi della muscolare; Malzew, Leblanc e Auger riunirono i soli margini della tunica muscolare.

Colin, dopo aver affermato che le suture applicate sulle tuniche esofagee sono di esecuzione assai difficile e che sovente i margini delle soluzioni di continuo sono tagliati dai fili a causa delle contrazioni della muscolare, ritenne che la sutura ordinaria a sopraggitto fosse sufficiente per chiudere la breccia esofagea, mentre Peuch e Toussaint scrissero « Fatta l'operazione, in altri tempi si raccomandava la sutura della ferita dell'esofago, la sutura però non ha dato buoni risultati, ma forse avverrà diversamente se i fili ordinari saranno sostituiti da fili metallici molto sottili ». E con la sutura con fili metallici ottenne buon risultato Edwards e ad essa sarebbero ricorsi anche Perrey e Deysine « se non si fosse trattato di una soluzione di continuo ulcerosa e se non fossero segnalati tanti insuccessi a proposito delle suture delle ferite esofagee ».

Fra i trattatisti più recenti ci preme ricordare Lanzillotti, il quale dice che la occlusione completa delle soluzioni di continuo regolari dell'esofago, come quelle dell'esofagotomia, si può ottenere con l'esofagorafia; che la sutura può essere doppia, cioè sulla mucosa prima, sulla muscolare poi; che si può fare la sutura con catgut o con seta asettica e ciò che più importa a punti interrotti, ben ravvicinati e stretti, avendo l'avvertenza di mantenerli a breve distanza dai margini per evitare la stenosi del lume esofageo a secondo tempo. Vachetta raccomanda una sutura con sottili fili elastici perchè questi permettono all'esofago di dilatarsi per il passaggio del bolo e dice « Le ferite dell'esofago fatte a scopo chirurgico dall'esterno, se le pareti del tubo sono sane, sogliono guarire anche senz'altra cura che la pulizia. Il vedere un'adesione primitiva è qui un fatto assai raro. Il Löble ne ha segnalato uno. In quasi trent'anni che io insegno chirurgia veterinaria ho praticato e fatto praticare molte volte l'esofagotomia su animali da esperimento, ma non vidi mai una riunione di prima intenzione ». Cadiot e Almy consigliano di praticare la sutura continua o a punti separati della sola mucosa, oppure della mucosa e della muscolare a due piani; Möller e Frick la sutura della mucosa prima e poi della muscolare, lasciando però a sè la ferita del piano muscolo-cutaneo perchè essa non cicatrizza mai di prima intenzione; Bayer consiglia di chiudere la breccia dell'esofago con una sutura intestinale o con sutura a piani, cioè prima della mucosa, poi della muscolare e quindi della pelle con applicazione di un drenaggio e Degive parla di una sutura doppia a punti separati, la prima per fissare i margini della mucosa a quelli della muscolare, la seconda per mantenere a contatto le superficie del doppio piano mucoso-muscolare.

Anche i chirurgi della specie umana si sono preoccupati della convenienza o meno della chiusura della breccia esofagea dopo l' esofagotomia e delle difficoltà di ottenere la cicatrizzazione di prima intenzione. Rusconi recentemente ha raccomandato di non comprendere la mucosa nella sutura dell' esofago e Navratil è ricorso perfino alla applicazione di piccole porzioni di glandola tiroide sulla sutura della tunica muscolare, credendo che i pezzetti di tiroide potessero accelerare la cicatrizzazione della muscolare e assicurare l' adesione anche quando la sutura della mucosa si lacera.

Convinti che si possa parlare di guarigione completa soltanto quando avviene la cicatrizzazione regolare di prima intenzione, perchè è vero che anche formandosi una fistola in molti casi la guarigione di essa può avvenire con cure molto semplici e talora anche spontaneamente, ma è altrettanto vero che, come dimostreremo in una prossima occasione, in seguito alla guarigione di una fistola esofagea spesso permangono alterazioni gravi dell' organo, abbiamo da qualche anno iniziate delle ricerche dirette appunto a stabilire quale sia il metodo di chiusura delle ferite dell' esofago che porti più sicuramente alla riunione di prima intenzione.

A tale scopo abbiamo praticata l' esofagotomia nel punto di elezione, seguendo la tecnica ordinaria, in un numero rilevante di solipedi: in un gruppo di essi abbiamo riuniti i margini muscolari e mucosi con sutura a punti interrotti ad un piano solo, curando che i rispettivi margini fossero in perfetto contatto; in altro gruppo abbiamo riuniti i margini con sutura nodosa a due piani, cioè prima quelli della mucosa, poi quelli della muscolare e in un altro gruppo abbiamo praticata sulla breccia esofagea la sutura a punti continui o a sopraggitto in alcuni soggetti ad un sol piano, in altri a due piani. Suturata la ferita esofagea e rimesso in posto l' organo, abbiamo chiusa la ferita muscolo-cutanea con sutura nodosa, previa applicazione o non di un drenaggio capillare o tubulare a seconda dei casi. Per tutte le suture abbiamo adoperata la seta.

Non abbiamo fatto nessun tentativo di sola sutura cutaneo-muscolare, lasciando cioè la breccia esofagea a sè stessa, perchè tale metodo è assolutamente irrazionale e deve portare ad inconvenienti molto gravi se non si distrugge a tempo la sutura. E neppure abbiamo praticata la sola sutura della mucosa, nè la sola sutura della tunica muscolare, poichè esse non possono dare una chiusura sufficientemente solida della ferita dell' esofago. Anche il metodo di Degive non ci è apparso tale da dare maggiori garanzie per una più facile cicatrizzazione di prima intenzione.

Nei soggetti dei tre gruppi indicati, benchè dopo l' operazione siano stati tenuti in condizioni che, come diremo in appresso, debbono ritenersi le più appropriate perchè la cicatrizzazione avvenga immediata, abbiamo avuto quasi costantemente la formazione di una fistola più o meno ampia; in alcuni casi è avvenuta anche estesa infiltrazione periesofagea, in altri mortificazione dell' esofago e del connettivo circostante e perfino la morte dell' animale. I soggetti in cui è avvenuta la cicatrizzazione totale di prima intenzione sono stati pochissimi.

Tenuto conto delle scrupolose cautele prese durante e dopo l' operazione, gli insuccessi così numerosi non potevano attribuirsi che al modo con cui erano stati messi a contatto

i margini della mucosa. Per rendere più facile l'adesione dei margini di questa, li abbiamo cruentati nelle superficie combacianti prima di fare la sutura nodosa, come fu proposto da Burci per le ferite intestinali, e quindi, come negli altri soggetti, abbiamo praticata la sutura a punti interrotti dei margini della tunica muscolare; ma i risultati non sono stati molto migliori di quelli ottenuti con la medesima sutura a due piani senza cruentazione.

Persistendo nel nostro concetto relativo alla causa degli insuccessi, siamo ricorsi alle suture intestinali. Di esse, per quanto ci risulta, è stata praticata sulla mucosa esofagea soltanto quella di Jobert e in un solo caso. Tardivon nel 1879 in una vacca operata di esofagotomia chiuse la breccia appunto con la sutura di Jobert, ma ebbe la formazione di una fistola ed infiltrazione periesofagea, per cui dovette consigliare l'abbattimento dell'animale. Però Bayer, Pfeiffer e Röder trattando dell'esofagotomia fanno cenno di tali suture.

Delle suture intestinali abbiamo usato quella di Jobert, quella di Lembert e la sutura da materassaio di Apolito, la quale, come è noto, non è altro che una specie di filzetta al rovescio. Abbiamo subito abbandonata la prima perchè ci è sembrato che con essa si formasse uno sperone stenosante troppo grande; abbiamo scartata la seconda perchè non è facile far passare i fili nello spessore della mucosa dell'esofago senza penetrare nel lume dell'organo.

Eseguendo la sutura di Apolito abbiamo avuta l'avvertenza di introdurre gli aghi a 3-4 mm. dal margine. Naturalmente abbiamo sempre completata la chiusura con la sutura nodosa dei margini della muscolare e con sutura parimenti nodosa della breccia muscolocutanea con o senza applicazione di un drenaggio. Per le varie suture abbiamo sempre adoperata la seta di conveniente grossezza.

Nei casi abbastanza numerosi in cui abbiamo praticata la sutura di Apolito, abbiamo ottenuto sempre, senza eccezione, la cicatrizzazione tipica di prima intenzione. Gli animali tenuti in vita anche per più di 50 giorni dall'operazione, non hanno mai mostrato fatti da far pensare ad una stenosi esofagea.

Per vedere le modificazioni del lume e delle pareti dell'esofago e per seguire il processo di cicatrizzazione, abbiamo sacrificati alcuni soggetti in cui avevamo praticato questo metodo, in tempi diversi dall'operazione.

Presa la porzione di esofago che ci interessava, abbiamo in essa introdotto due dita fino al punto operato e non abbiamo mai potuto rilevare una stenosi sensibile del canale.

Nel lume dell'esofago nei soggetti operati da 2-3 giorni si nota una specie di cordoncino sottile, come una ripiegatura della mucosa, disposto in senso longitudinale, perdentesi gradatamente ai due estremi col resto della parete, costituito dai due margini introflessi della tunica interna. Nei soggetti operati da oltre cinque giorni questa piega non è più visibile e al suo posto non esiste che una sottile lista di tessuto roseo, leggermente prominente sul piano mucoso, ai lati della quale si veggono ben distinte le anse dei fili di seta. Dopo 23 giorni non è più facile ritrovare il punto operato; esso viene indicato soltanto da un leggerissimo ispessimento della mucosa, ai lati del quale è ancora visibile qualche ansa di seta.

Pezzi di esofago convenientemente fissati, induriti e sezionati trasversalmente nella porzione corrispondente all' operazione, hanno mostrato i seguenti fatti principali.

Dopo 3 giorni, ad un esame a lieve ingrandimento, si nota nel lume dell' esofago uno sperone (Fig. 1) il quale in alcuni punti è piccolo, in altri ha dimensioni un po' maggiori. In alcune sezioni (Fig. 2) esso apparisce più grande ed anche doppio perchè l' ago nel momento della sutura è penetrato a troppa distanza dall' estremità del margine. Verso la metà dello sperone, nella porzione più periferica di esso, si nota una discontinuità della mucosa, discontinuità che sotto forma di un angolo acuto si estende per piccolo tratto nel tessnto sottomucoso. Essa è dovuta alla mancanza di contatto della porzione più periferica dei margini per la pressione esercitata dal filo alla base dello sperone.

Dopo 5 giorni lo sperone è quasi scomparso (Fig. 3) e l' epitelio già comincia a ricoprire i margini della soluzione di continuo. In vicinanza di questa, la mucosa ha assunto uno spessore molto maggiore di quello della mucosa delle restanti parti dell' organo. Lo stimolo operatorio sembra che abbia la proprietà di produrre un ispessimento della mucosa; infatti anche dopo 8 giorni dall' operazione (Fig. 4) si vede questo ispessimento della mucosa molto accentuato in vicinanza del campo operato. A questo momento, cioè dopo 8 giorni, l' epitelio ha ricoperto completamente la soluzione di continuo e mostra attivissima proliferazione.

Dopo 11 giorni (Fig. 5), la mucosa in corrispondenza del punto operato è completamente ricostituita ed ha uno spessore quasi doppio del normale.

Al 23° e al 50° giorno (Fig. 6 e 7), la mucosa non lascia più vedere il punto in cui è capitata l' operazione, cosa che si può riconoscere soltanto dall' esame dei tessuti periferici, nei quali si nota la cicatrice connettivale che si estende dal connettivo periesofageo sino a quello sottomucoso, interrompendo gli strati muscolari.

A più forte ingrandimento, dopo 3 giorni (Fig. 8), si vede un' infiltrazione in tutta l' estensione dei margini della soluzione di continuo, infiltrazione che sotto forma di una striscia più o meno irregolare, più larga in corrispondenza del connettivo sottomucoso che fra i margini della tunica muscolare, si continua e si perde nella infiltrazione periesofagea. Infiltrazione notevole si ha anche nel connettivo che circonda i fili di seta.

Dopo 11 giorni (Fig. 9), la mucosa nel punto operato ha uno spessore molto maggiore che nelle altre parti. Al disotto di essa si nota una lista di tessuto di granulazione, il quale, più abbondante in corrispondenza del tessuto sottomucoso, attraversa sotto forma di una lingua lo strato muscolare, insinuandosi in parte tra i fasci di esso. In mezzo a questo tessuto, al di sotto della mucosa, si veggono i fili di seta, i quali nella porzione più profonda sono circondati da mucosa, che hanno trascinato con loro, e quindi da connettivo, come appunto dimostra la Fig. 9, e nella parte più periferica sono circondati soltanto da connettivo giovane.

Al 50° giorno, la cicatrice ha un aspetto leggermente a clava, cioè è più grossa verso il connettivo sottomucoso, dove diminuisce gradatamente finchè il tessuto ripiglia i caratteri normali. In corrispondenza della tunica muscolare, il connettivo cicatriziale sotto forma di fasci di diversa grandezza e lunghezza (Fig. 10) si continua tra i fasci muscolari longi-

tudinali e circolari separandoli. Alcuni fasci muscolari circondati e strozzati da questo connettivo cicatriziale appariscono molto piccoli.

Dal risultato dell' esame delle sezioni, del quale abbiamo fatta una descrizione molto sommaria, emergono in modo evidente i seguenti fatti principali:

1.° Con la sutura di Apolito la formazione dello sperone non è molto notevole ed esso scomparisce nei primi giorni, come nello stesso tempo scomparisce il cordonino che risulta quando riuniamo con sutufa nodosa i margini cutanei. La scomparsa completa dello sperone avviene certamente al passaggio dei primi boli alimentari.

2.° Dopo 6-8 giorni, la soluzione di continuo è completamente rivestita da epitelio, per cui tenuto anche conto del coalito perfetto dei margini del connettivo sottomucoso e della parete muscolare, non possono più passare sostanze dall' esofago nel connettivo periesofageo.

3.° Il connettivo cicatriziale è in proporzioni molto limitate, per cui ripristinandosi nel punto leso delle tuniche esofagee le condizioni normali o quasi normali del canale, la funzione dell' organo non può essere alterata che in una misura insignificante.

* * *

Notevole influenza ha sull' andamento della soluzione di continuo dell' esofago il regime alimentare dopo l' operazione. Anche su ciò sono state emesse opinioni del tutto opposte.

Dieterichs, Strauss, D' Arboval, Brogniez, Haubner raccomandarono di alimentare gli erbivori con beveroni farinati ed altre sostanze liquide e proscrissero le sostanze solide. Cosi furono alimentati gli animali con soluzioni di continuo dell' esofago curati da Michel, da Colin, da Baldwinn, da Moisant, da Lourdel, da Edwards, da Reed, da Landi, da Ridge, da Blakeway e da altri.

Invece Reynal, in base al risultato delle proprie esperienze e in base alle osservazioni di Renault, il quale alimentando gll operati di esofagotomia con sostanze liquide aveva avuto spesso ingorghi gangrenosi mortali, concluse che si dovessero somministrare sostanze solide ed acqua pura e che tutti gli accidenti gravi consecutivi all' operazione fossero dovuti all' infiltrazione della farina nel connettivo periesofageo. Secondo Bouley, il bolo consistente passa l' esofago in corrispondenza della soluzione di continuo senza che particelle alimentari si introducano nel connettivo, così si evita la fermentazione putrida del connettivo e lo sviluppo di tumori gangrenosi. I concetti di Reynal furono messi in pratica da Dessart, da Tainturier, da Roy, da Glassko, da Suffran e da molti altri.

Per impedire che il bolo disturbasse il processo di cicatrizzazione, che sostanze alimentari passassero nel connettivo periesofageo, Baldwinn fece l' incisione alla faccia profonda dell' esofago, ritenendo che la compressione esercitata dalla trachea su questa faccia dell' organo fosse sufficiente ad impedire l' uscita di sostanze alimentari; Dillon e Cinotti e Vachetta nei solipedi e Pench nel cane misero e fissarono nell' interno dell' esofago un tubo di caoutchouc; Saposhnikow alimentò un cavallo e Morey un cane,

nei giorni successivi all' operazione, mediante una sonda ; altri hanno tenuti a digiuno gli animali fino a guarigione completa. Lafosse tenne a digiuno il cavallo per 17 giorni, Baker per 14 giorni e somministrò acqua fenicata.

Sono state date delle norme anche per abbeverare gli animali; così Frick raccomanda parsimonia nella somministrazione dell' acqua nei primi giorni; Bayer consiglia che nel secchio con cui si dà da bere, il fondo sia coperto da piccolo strato d' acqua per impedire che l' animale possa prendere sorsi grossi, i quali possono distendere l' esofago e produrre la lacerazione della sutura.

Tuttociò dimostra come in tutti i tempi si sia avuto un timore esagerato dall' azione del bolo alimentare, mentre non è stata data mai pari importanza alle condizioni dell' organo nel momento in cui si pratica l' operazione ed al modo con cui viene chiusa la breccia esofagea.

Il trattamento consecutivo all' esofagotomia dimostratasi più razionale e più efficace, consiste, oltre a mantenere il più possibilmente asettica ed a riparo da ogni maltrattamento da parte dell' animale, la sutura esterna, nel tenere gli operati digiuni per 2 o 3 giorni, nell' alimentarli per i 4 o 5 giorni successivi con sostanze liquide e quindi nel rimetterli ad alimentazione ordinaria. In questo momento, cioè dopo 7 od 8 giorni, come è risultato dalle nostre osservazioni, l' adesione è solida, l' epitelio è rigenerato, per cui il bolo resistente non può più disturbare il regolare andamento del processo cicatriziale. Anzi a questo momento il bolo resistente, per azione meccanica, rende meno sensibile il leggero grado di stenosi che può seguire all' esofagotomia e contribuisce a che la parete muscolare, già leggermente sfiancata dal corpo estraneo e rimasta inattiva per alcuni giorni, riprenda la sua tonicità e contrattilità.

BIBLIOGRAFIA

Aeichel. — Theilweise Heilung eines Schundbruches durch Operation. Magazin 1837 p. 306.

Baker. — Rottura dell' esofago in un puledro. Clinica Veterinaria 1902 p. 404.

Baldwinn. — Opération de l' oesophagotomie sur le cheval. Recueil de méd. vét. 1850 p. 1046.

Baudius. — Beiträge zur Heilung der Schlundwunden beim Rindvieh. Magazin 1848 p. 105.

Bayer. — Operationslehre. Handbuch der tierärztlichen Chirurgie und Geburtshilfe. 4.ª Auflage. Wien und Leipzig 1910 p. 504.

Bianchi. — Alcune osservazioni sui corpi stranieri arrestati lungo l'esofago. Giornale di medicina veterinaria pratica 1865 p. 314.

Blakeway. — Corps étranger dans l' oesophage d' un chien. Revue générale de méd. vét. 1906 V. 7.° p. 142.

Bouley. — Nota alla pubblicazione di Chevalier. Fistule oesophagienne. Guérison. Recueil de méd. vét. 1841 p. 162.

Bouley. — Extraction d' un dent molaire sur le cheval. Deglutition de cette dent. Arrêt dans l' oesophage. Oesophagotomie. Guérison. Recueil de méd. vét. 1852 p. 435.

Bruin. — Estrazione dei corpi estranei dall' esofago del porco. Clinica veterinaria 1896 p. 214.

Bucalossi e Baroncini. — Esofagotomia praticata in una mula. Giornale di anat. fis. e patologia 1871 p. 65.

Burci. — Sul saldamento della mucosa intestinale mediante la sutura. Atti della società italiana di chirurgia 1898. La clinica moderna 1899 p. 38.

Cadiot e Almy. — Trattato di terapia chirurgica. Trad. Italiana. Torino 1901 Vol. 2° p. 342.

Capitani. — Esofagotomia praticata in un cane. Giornale di anat. fis. e patologia 1886 p. 198.

Caron. — Dechirure accidentelle de l' oesophage. Recueil de méd. vét. 1897 p. 423.

Cartwright. — Cas de lacération de l' oesophage sur une jument. Recueil de méd. vét. 1854 p. 119.

Cinotti. — Fistola esofagea in un puledro. Nuovo Ercolani 1907 p. 326.

Coleman. — Esofagotomia praticata sopra un cane. Clinica veterinaria 1897 p. 54.

Degive. — Précis de médecine opératoire vétérinaire. Bruxelles 1908 p. 354.

Dillon. — Blessures de l' oesophage occasionnées par des coups de pied. Recueil de méd. vét. 1860 p. 465.

Drouin. — Ulceration anulaire de l' oesophage. Mort par inanition. Bull. de la Soc. centr. de méd. vét. 1904 p. 854.

Dufour. — Guérison d' une dechirure de l' oesophage. Recueil de méd. vét. 1831 p. 291.

Dufour. — Dechirure de l'oesophage, cicatrisation de ce canal. Recueil de mèd. vét. 1832 p. 72.

Edwards. — Guarigione spontanea di un caso di esofagotomia. Giornale di veterinaria militare 1889 p. 68.

Felix. — Obsérvation sur l'opération de l'oesophagotomie faite sur une vache. Recueil de méd. vét. 1825 p. 516.

Felix. — Réflexions sur l'opération de l'oesophagotomie. Recueil de méd. vét. 1826 p. 204.

Frick. — Tierärztliche Operationslehre, 2ª Auflage. Berlin 1912 p. 202.

Gerosa. — Ostruzione dell'esofago per un bolo. Clinica veterinaria 1896 p. 505.

Gierer. — Zwei Fälle von fremden Körpern in der Speiseröhre bei Rindern. Oesterr. vierteljahr. f. wiss. Veterinärkunde 1886 p. 84.

Glassko. — Zur Casuistik der Oesophagotomie. Jahresbericht 1900 p. 119.

Hendrickx. — Deux cas d'oesophagotomie chez le chien: guérison. Annales de méd. vét. 1889 p. 140.

Hertwig. — Fremde Körper im Schlunde. Magazin 1836 p. 319.

Hertwig. — Praktisches Handbuch der Chirurgie für Thierärzte. Berlin 1874 p. 705.

Hurtrel d'Arboval. — Dictionnaire de médecine, de chirurgie et d'hygiene vétérinaires. Paris 1875 Vol. 2° p. 713.

Imminger. — Des corps étranger dans l'oesophage de boeuf. Revue vét. 1906 p. 736.

Jones. — Ulcerazione dell'esofago in un cavallo. Clinica veterinaria 1898 p. 310.

Lagarde e Martin. — Ostruzione dell'esofago e cura di essa. Clinica veterinaria 1880 p. 181.

Landi. — Esofagotomia per corpo straniero. Clinica veterinaria 1897 p. 234.

Lanzillotti. — Trattato di tecnica e terapeutica chirurgica. Milano 1897 Vol. 2° p. 475.

Leblanc et Auger. — Corps étranger chez un chien. Oesophagotomie. Guérison. Journal de méd. vét. et de zoot. 1907 p. 641.

Lindenberg. — Ueber fremde Körper im Schlunde und deren Entfernung, namentlich beim Rindvieh. Magazin 1847 p. 428.

Malzew. — Ueber Oesophagotomie bei Rindern und Hunden. Archiv für Veterinärwissenschaften 1895 p. 379: Jahresbericht 1896 p. 99.

Mayer. — Lacerazione dell'esofago in seguito a caduta. Giornale di veterinaria militare 1889 p. 260.

Michel. — Oesophagotomie pratiquée sur un boeuf: cicatrisation, sans suture, de l'ouverture faite à l'oesophage. Recueil de méd. vét. 1831 p. 471.

Moisant. — Note sur la dechirure de l'oesophage. Recueil de méd. vét. 1860 p. 843.

Möller u. Frick. — Speciellen Chirurgie. 3ª Auflage. Stuttgart 1900 p. 216.

Montensen. — Fremdkörper im Schlunde eines Hundes. Maanedschr. for Dyrl. 1899 p. 391. Jahresbericht 1900 p. 119.

Morey. — Corps étranger de l'oesophage chez le chien: oesophagotomie. Journal de méd. vét. et de zoot. 1900 p. 403.

Morey et Porcher. — Corps étranger dans l'oesophage chez le chien. Précision du diagnostic par la radiographie. Opération. Guérison. Bull. de la Soc. centr. de méd. vét. 1898 p. 707.

Murgatroyd. — Esofagotomia nel cavallo. Clinica veterinaria 1897 p. 260.

Navratil. — Ueber die narbenbildende Wirkung von Schilddrüsenschnitten bei der Oesophagusnaht. Zentralblatt für Chirurgie 1906 p. 1199.

Pfeiffer. — Operations-Cursus. Berlin 1897 p. 30.

Perrey et Deysine. — Au sujet d'une rupture double de l'oesophage produite par un coup de pied. Recueil de méd. vét. 1888 p. 726.

Peuch. — Arrêt d' un os dans l' oesophage d' un chien. Oesophagotomie. Emploi d' un tube en caoutchouc comme oesophage artificiel Guérison. Recueil de méd. vét. 1872 p. 51.

Peuch et Toussaint. — Précis de chirurgie véterinaire. Paris 1877 Vol. 2° p. 280.

Rainard. — Perforation de l' oesophage. Recueil de méd. vét. 1835 p. 295.

Reed. — Esofagotomia in un puledro di 3 anni. Clinica veterinaria 1896 p. 10.

Regis. — Lacerazione dell' esofago. Giornale di veterinaria militare 1889 p. 135.

Renault. — Citato da Bouley, in nota alla pubblicazione di Chevalier. Fistule oesophagienne ecc. Recueil de méd. vét. 1841 p. 162 e da Peuch et Toussaint. Précis de chirurgie vétérinaire. Paris 1877 Vol. 2° p. 280.

Reynal. — Nota alla pubblicazione di Bouley. Extraction d' un dent ecc. Recueil de méd. vét. 1852 p. 435.

Ridge. — Oesophagotomie dans un cas d' obstruction. Annales de méd. vét 1900 p. 39.

Röder. — Chirurgische Operationstechnik. Berlin 1904 p. 60.

Roy. — Nouveau cas de perforation double de l' oesophage dans sa partie cervicale chez le cheval. Recueil de méd. vét. 1888 p. 304.

Rusconi. — Contributo allo studio dei corpi estranei dell' esofago Gazzetta degli ospedali e delle cliniche 1910 N.° 126.

Saposhnikow. — Zur Frage über die Entfernung von Fremdkörpern aus dem Schlunde vermittelst der Oesophagotomie. Jahresbericht 1908 p. 145.

Schaack. — Remarques sur les moyens employés contre les corps ëtrangers qui peuvent s' arrêter dans l' oesophage. Journal de méd. vét. de Lyon 1859 p. 172.

Suffran. — L' oesophagotomie dans le traitément de l' obstruction oesophagienne des bovides. Recueil de méd. vét. 1907 p. 129.

Tainturier. — Note sur l' oesophagotomie pratiquée sur l' espece bovine. Journal de méd. vét. et de zoot. 1886 p. 88.

Tardivon. — Une modification au manuel opératoire de l' oesophagotomie. Archives vét. 1879 p. 297.

Trinchera. — Corpi stranieri nell' esofago e nei bronchi. Meteorismo. Rottura del diaframma. Apnea. Morte. Giornale delle razze 1873 p. 371.

Vachetta. — La chirurgia speciale degli animali domestici, 2ª Ediz. Pisa 1898 Vol 1° pag. 383 e 410.

Winchester. — Oesophagotomie. Guérison. Recueil de méd. vét. 1881 p. 870.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

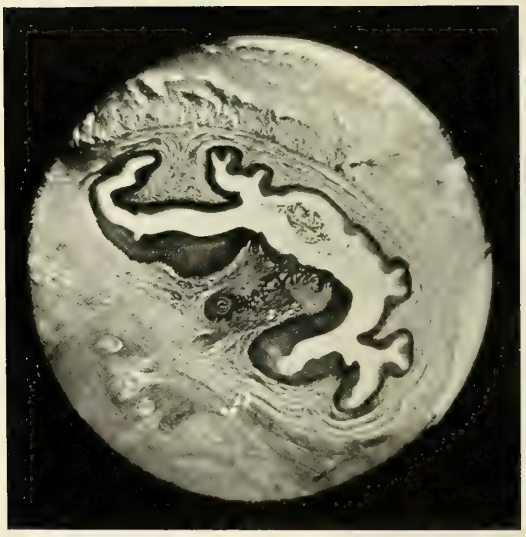


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

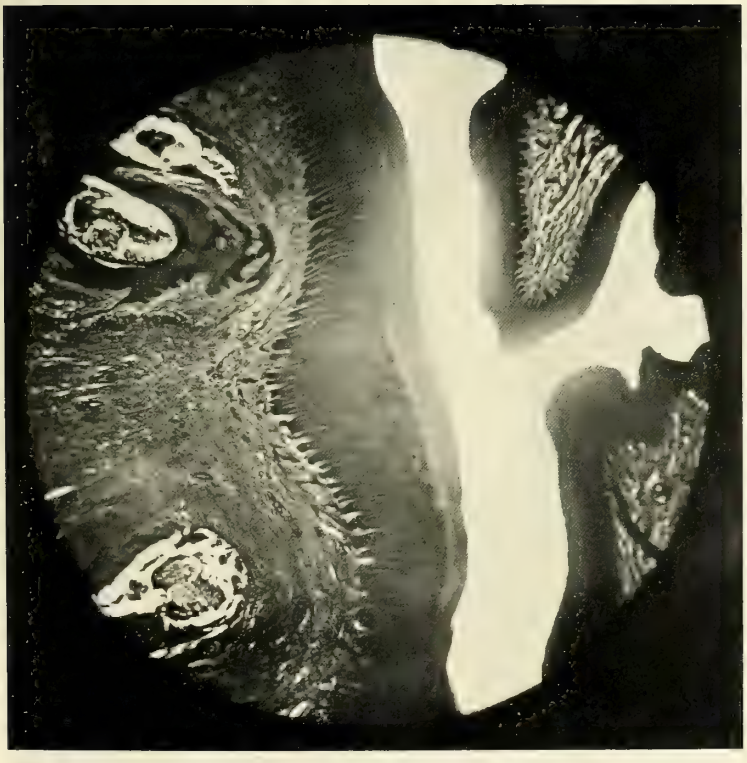


Fig. 9

Fig. 10

SUL TEOREMA D' INVARIANZA

DELLA SERIE CANONICA g_{2p-2}^{p-1} APPARTENENTE AD UNA CURVA ALGEBRICA DI GENERE p

NOTA

DEL

PROF. FEDERIGO ENRIQUES

(letta nell' 11ª Sessione dal 17 Maggio 1914)

L' invarianza della serie canonica, g_{2p-2}^{p-1}, appartenente ad una curva algebrica C_p di genere p (invarianza rispetto a trasformazioni birazionali) può essere dimostrata nel modo più semplice, partendo dal concetto delle serie lineari complete e delle operazioni sopra di esse, ove si stabiliscano le seguenti proposizioni:

1) Ogni g_n^1 su C_p possiede un gruppo di $2n+2p-2$ punti doppi, gruppo che può essere designato come *jacobiano* di g_n^1.

2) Se due g_n^1 sono equivalenti, cioè contenute in una stessa g_n^r completa, i loro gruppi jacobiani sono equivalenti. Esiste quindi una serie completa $g_{2n+2p-2} = (g_n^r)_j$ che contiene tutti i gruppi jacobiani delle g_n^1 appartenenti a g_n^r e che può denominarsi *jacobiana* (o *aggiunta di rango* 2) della g_n^r.

3) Se ad una g_n^1 si somma un gruppo di m punti fissi, G_m, la serie

$$G_m + g_n^1$$

ha come jacobiano il gruppo

$$2G_m + G_{2n+2p-2},$$

G_{n+2p-2}^2 designando lo jacobiano di g_n^1.

Da ciò segue la *relazione fondamentale* tra serie complete, che si può esprimere simbolicamente scrivendo:

$$(g_n + g_m)_j = |\,(g_n)_j + 2g_m\,| = |\,2g_n + (g_m)_j\,|.$$

E si deduce che la serie completa

$$g_{2p-2} = |\,(g_n)_j - 2g_n\,|,$$

se esiste, è *indipendente* dalla g_n. È il teorema d' invarianza della serie canonica.

Questa trattazione del teorema fondamentale della teoria delle curve algebriche è stata esposta in un mio corso tenuto nell' Università di Bologna l'anno 1897-98

(Cfr. il Programma pubblicato nel fasc. di Aprile 1899 del *Bollettino di bibliografia e storia delle scienze matematiche*). L'estensione alle superficie ha formato argomento della mia Nota « Intorno ai fondamenti della Geometria sopra le superficie algebriche » (*Atti R. Acc. di Torino* 1901).

Nel citato corso del 1897-98 la dimostrazione delle proposizioni 1), 2), 3), venne data nella forma che si presenta più naturale ed immediata quando si considerano le curve rispetto alle trasformazioni birazionali, cioè riducendosi al caso in cui le g_n^r sieno segate da rette e facendo ricorso alla teoria delle polari. Il medesimo è fatto per le superficie nella Nota dell'Accademia di Torino.

Quest'anno sono ritornato nei miei corsi sulle curve algebriche, ed ho voluto svolgere la teoria delle funzioni razionali (o serie lineari) appartenenti ad una C_p, prima ed indipendentemente dall'uso di trasformazioni.

Indico quì le osservazioni cui sono stato condotto, per l'interesse didattico che possono presentare.

Tutta la teoria delle g_n^r su una C_p si può svolgere molto semplicemente senza ricorrere a trasformazioni. Le proposizioni 1) 2) 3) si possono dimostrare nel modo che quì viene rapidamente accennato.

Sieno φ, ψ due polinomi d'ordine s aggiunti alla curva f d'ordine m dotata di punti multipli ordinarî d'ordine r_1 $r_2 \ldots$; i punti doppi della serie lineare

$$\frac{\varphi(xy)}{\psi(xy)} = K$$

sopra

$$f(xy) = 0,$$

si ottengono eliminando K fra le equazioni

$$\varphi(xy) = K\psi(xy)$$

e

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x} - \frac{\partial\varphi}{\partial y}\frac{\frac{\partial f}{\partial y}}{\frac{\partial f}{\partial x}} = K\left[\frac{\partial\psi}{\partial x} - \frac{\partial\psi}{\partial y}\frac{\frac{\partial f}{\partial x}}{\frac{\partial f}{\partial y}}\right].$$

Si vede così che essi sono le intersezioni di

$$f(xy) = 0$$

colla jacobiana

$$J(\varphi\,\psi\,f) = \begin{vmatrix} \varphi & \psi & f \\ \frac{\partial\varphi}{\partial x} & \frac{\partial\psi}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial\varphi}{\partial y} & \frac{\partial\psi}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \end{vmatrix} = 0,$$

resultato che ha anche una evidente giustificazione geometrica.

Si deduce quindi che se $\varphi = 0$ e $\psi = 0$ hanno t punti fissi su $f = 0$

(cioè se la serie $\frac{\varphi}{\psi} = K$ è una g'_n dove $n = ms - \Sigma r(r-1) - t$),

codesti t punti si distaccano due volte, e si prova che:

1) lo jacobiano di una g'_n su C_p consta di $2n + 2p - 2$ punti;

3) lo jacobiano di

$$G_m + g'_n$$

si ottiene aggiungendo $2G_m$ allo jacobiano di g'_n.

La deduzione di queste proposizioni richiede soltanto un'avvertenza.

Essendo φ, ψ, f d'ordine s, s, n, la curva jacobiana

$$J(\varphi\,\psi\,f) = \begin{vmatrix} \varphi & \psi & f \\ \frac{\partial\varphi}{\partial x} & \frac{\partial\psi}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial\varphi}{\partial y} & \frac{\partial\psi}{\partial y} & \frac{\partial f}{\partial y} \end{vmatrix} = 0$$

è di ordine

$$2s + n - 2,$$

ed ha come multiplo d'ordine

$$3r - 4$$

ogni punto *rplo* per f ed $(r-1)$ *plo* per φ, ψ; invece il gruppo jacobiano della serie g'_n, segata dalle aggiunte $\lambda\varphi + \mu\psi = 0$, appartiene alla serie segata su $f = 0$ dalle curve d'ordine

$$2s + n - 3$$

che passano colla molteplicità

$$3r - 3$$

per ogni punto *rplo* di f.

Vi è dunque una riduzione da fare, che si giustifica semplicemente fondandosi sulla osservazione fondamentale che segue:

Se φ_s, ψ_s, f_n sono tre forme (omogenee) degli ordini s, s, n si ha identicamente

$$\begin{vmatrix} \varphi_s & \psi_s & \frac{n}{s} f_n \\ \frac{\partial\varphi_s}{\partial x} & \frac{\partial\psi_s}{\partial x} & \frac{\partial f_n}{\partial x} \\ \frac{\partial\varphi_s}{\partial y} & \frac{\partial\psi_s}{\partial y} & \frac{\partial f_n}{\partial y} \end{vmatrix} = 0\,.$$

L'osservazione enunciata si dimostra applicando il teorema d'Eulero, per cui

$$\frac{1}{s}\left(\frac{\partial \vec{\varphi}_s}{\partial x}x + \frac{\partial \vec{\varphi}_s}{\partial y}y\right) = \vec{\varphi}_s$$

$$\frac{1}{s}\left(\frac{\partial \vec{\psi}_s}{\partial y}x + \frac{\partial \vec{\psi}_s}{\partial y}y\right) = \vec{\psi}_s$$

$$\frac{1}{s}\left(\frac{\partial f_n}{\partial x}x + \frac{\partial f_n}{\partial y}y\right) = \frac{n}{s}f_n .$$

Dovendosi fare sistema delle equazioni

$$f = 0 , \quad J(\vec{\varphi}\,\vec{\psi}\,f) = 0$$

si sostituirà ad J

$$\bar{J} = J - \left(1 - \frac{n}{s}\right)\begin{vmatrix} \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial x} & \frac{\partial \vec{\psi}}{\partial x} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial y} & \frac{\partial \vec{\psi}}{\partial y} \end{vmatrix} f = \begin{vmatrix} \vec{\varphi} & \vec{\psi} & \frac{n}{s}f_n \\ \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial x} & \frac{\partial \vec{\psi}}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial y} & \frac{\partial \vec{\psi}}{\partial y} & \frac{\partial f}{\partial y} \end{vmatrix},$$

e si riconoscerà che l'insieme dei termini d'ordine più alto, $2s + n - 2$, si annulla in $\bar{J}$ identicamente.

In modo del tutto analogo, se il punto $x = y = 0$ è *rplo* per f e $(r-1)$*plo* per $\vec{\varphi}$, $\vec{\psi}$, si sostituirà a $J(\vec{\varphi}\,\vec{\psi}\,f)$

$$\bar{\bar{J}} = \begin{vmatrix} \vec{\varphi} & \vec{\psi} & \frac{r}{r-1}f \\ \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial x} & \frac{\partial \vec{\psi}}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial \vec{\varphi}}{\partial y} & \frac{\partial \vec{\psi}}{\partial y} & \frac{\partial f}{\partial y} \end{vmatrix},$$

e si verificherà subito che nello sviluppo di questo determinate si annulla identicamente l'insieme dei termini d'ordine più basso $2r - 4$.

Per dimostrare la proposizione enunciata innanzi col numero 3) basta ora verificare che « un punto fisso per la g'_n appartiene come punto doppio al gruppo jacobiano ». E se il punto fisso è portato nell'origine $x = y = 0$ basta verificare che nello sviluppo di J si annulla identicamente l'insieme dei termini di più basso grado, cioè di grado 1, in x, y, che è un determinante del tipo

$$J(\vec{\varphi}_1\ \vec{\psi}_1\ f_1),$$

dove $\vec{\varphi}_1$, $\vec{\psi}_1$, f_1, sono forme di 1° grado.

Resta da stabilire la proposizione 2) che : se due g'_n sono equivalenti i loro gruppi jacobiani sono equivalenti.

Perciò si può limitarsi a considerare due g'_n contenute in una stessa g^2_n, e rappresentate da

$$\frac{\varphi}{\psi} = \text{cost}$$

$$\frac{\theta}{\psi} = \text{cost},$$

con φ, ψ, o curve aggiunte di uno stesso ordine s.

I rispettivi gruppi jacobiani appartengono allora alla serie

$$J(\lambda\varphi + \mu\theta, \psi, f) = \lambda J(\varphi\,\psi\,f) + \mu J(\theta\,\psi\,f) = 0\,.$$

OSSERVAZIONI METEOROLOGICHE DELL'ANNATA 1913

ESEGUITE E CALCOLATE

DALL' ASTRONOMO R. PIRAZZOLI

E DALL' ASTRONOMO AGGIUNTO DR. G. HORN

NELL'OSSERVATORIO DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

MEMORIA

DEL

PROF. MICHELE RAJNA

(letta nell' adunanza del 24 Maggio 1914).

Avvertenze generali.

Le osservazioni di cui qui si presentano i risultati sono quelle eseguite ogni giorno alle ore 9,15 e 21, di tempo medio dell' Europa centrale, secondo le prescrizioni del R. Ufficio centrale di Meteorologia e Geodinamica. Si omettono invece i risultati dell' altra osservazione che si fa ogni mattina alle ore 8 e che si trasmette per telegramma al predetto Ufficio.

L' altezza barometrica si legge a un barometro Fortin, cui si applica la correzione costante + mm. 0,46 determinata anni addietro per cura dell' Ufficio centrale. Il pozzetto del barometro si trova a m. 83,8 di altitudine sul livello del mare (1).

La temperatura dell' aria si legge sul termometro asciutto di un psicrometro di August, e le temperature estreme su termometri a massima e a minima. I termometri sono collocati sopra la banchina di una gabbia meteorica formata di un doppio ordine di persiane di legno ed esposta a nord. Il piano della banchina si trova all' altezza di m. 90,81 sul livello del mare. Le altezze dei bulbi dei termometri sopra il piano della banchina sono le seguenti: per il termometro a minima m. 0,26; per il termometro a massima m. 0,41; per il psicrometro m. 0,33.

La quantità della precipitazione si ottiene in millimetri di acqua mediante il pluviometro registratore di Fuess, provvisto di un sistema di riscaldamento ad immersione per

---

(1) Da misure dirette prese nell' anno 1904 risulta che il pozzetto del barometro si trova a m. 28,76 di altezza sul caposaldo della livellazione di precisione situato alla base della torre dell' Osservatorio, sulla facciata esposta a sud-ovest. Tale caposaldo è elevato di m. 2,65 sul suolo, ed ha la quota di m. 55,066 sopra il livello medio del mare a Genova, secondo una cortese comunicazione dell' Istituto geografico militare. Quindi il pozzetto del barometro ha l' altezza di m. 55,07 + 28,76 = m. 83,83 sul livello del mare.

ottenere la fusione della neve. A questo sistema di riscaldamento è innestato un termometro il quale permette di verificare che il liquido riscaldato non raggiunga una temperatura troppo elevata da alterare per evaporazione la quantità di acqua caduta Il pluviometro è collocato nel punto più elevato della torre ed ha l'apertura libera superiore a una altezza di m. 49,20 sul suolo, e di m. 101,62 sul livello del mare.

La tensione del vapore acqueo e l'umidità relativa si determinano con l'anzidetto psicrometro di August, provvisto di ventilatore a palette, del solito modello adottato in Italia.

L'apprezzamento della nebulosità si fa stimando ad occhio, in ciascuna osservazione, quanti decimi di cielo sono coperti da nubi.

La provenienza del vento si desume dalla direzione della banderuola dell'anemoscopio. Per la velocità si prende la media giornaliera dei chilometri indicati da un anemometro di Fuess a registrazione elettrica. Tanto la banderuola dell'anemoscopio, come il mulinello a coppe dell'anemometro, sono situati sulla sommità della torre a m. 49,50 di altezza sul suolo.

L'evaporazione dell'acqua si misura ogni giorno alla sola osservazione delle ore 15 nell'evaporimetro posto nella gabbia meteorica e quindi protetto dai raggi solari e dalle precipitazioni.

Oltre agli apparecchi ora descritti, vi sono tre registratori di Richard, barografo, termografo e igrografo, che servono di complemento alle osservazioni dirette.

Riassunto dei quadri mensili.

Barometro.

La minima pressione osservata fu di mm. 732,8 il giorno 29 dicembre, la massima fu di mm. 769,0 raggiunta due volte, il 10 febbraio e il 10 marzo. Questi valori estremi sono poco accentuati in confronto a quelli che ordinariamente furono raggiunti negli anni precedenti, e specialmente il valore massimo è uno dei meno notevoli fra tutti i massimi verificatisi negli ultimi dieci anni.

Il valore medio risultante da tutte le osservazioni fatte fu di mm. 755,4, che supera di circa 7 decimi di millimetro il valore medio ottenuto dalle osservazioni del decennio 1903-1912. Le medie mensili per i primi tre mesi e per gli ultimi tre mesi dell'anno furono superiori alla media annua, per i mesi intermedi ne risultarono invece alquanto inferiori.

L'intera escursione barometrica fu di mm. 36,2, la quale ne comprese varie altre secondarie; in generale però non si verificarono durante l'anno cambiamenti repentini di pressione. Il più notevole fu quello del mese di dicembre, ove dalla pressione di mm 768,8 del giorno 21 si discese alla bassa pressione di mm. 732, 8 del giorno 29. Questa rapida depressione barometrica fu accompagnata da un improvviso cambiamento della stagione; da bella che era fra il 20 e il 28, divenne a un tratto piovosa e nevosa.

Temperatura.

L' andamento della temperatura si manifestò alquanto irregolare: il valore minimo si ebbe in dicembre con — 4°,3 il giorno 24, invece che in gennaio, come ordinariamente accade; il massimo fu di 31°,7 il giorno 11 giugno, mentre normalmente la massima temperatura si verifica intorno alla metà di luglio. Inoltre il valore massimo risultò notevolmente inferiore al corrispondente massimo normale.

La temperatura media dell' anno, risultante dalle osservazioni diurne delle ore 9, ore 21, massima e minima, fu di 13°,2, cioè minore di quattro decimi di grado della corrispondente media normale. Le temperature medie mensili, paragonate coi corrispondenti valori normali, se ne discostarono irregolarmente, riuscendo per altro più spesso inferiori, e specialmente nei mesi estivi.

Precipitazioni.

L' altezza totale dell' acqua caduta fu di mm. 560,5, quantità alquanto inferiore alla quantità normale annua. I giorni con precipitazioni furono 93, fra i quali sono compresi anche i giorni con neve. Questa cadde mista a pioggia nei giorni 12 e 30 gennaio (altezza della neve 1 centimetro circa); fiocchetti di neve nei giorni 31 gennaio, 18, 19, 20, 21, 22 febbraio; neve e pioggia il 9 marzo e il 13 aprile (altezza della neve incalcolabile); pioggia e neve il 29 dicembre (altezza della neve centimetri 3); neve il 30 dicembre (centimetri 1) e il 31 dicembre (centimetri 1). Tale quantità di neve è assai scarsa rispetto alla quantità che cade ordinariamente nella nostra regione.

Inoltre furono osservati i seguenti temporali locali:

1.° Il giorno 5 aprile intorno alle ore 15, proveniente con moto rapido da sud-est, con tuoni forti e freqnenti e con alcuni fulmini, dei quali uno scoppiò con potentissimo fragore a breve distanza; fra la pioggia, cadente a grosse goccie, furono notati alcuni chicchi di grandine minuta.

2.° Il giorno 1° maggio sul mezzodì ebbe origine da ponente con cumulo-nembi oscuri, con debole attività elettrica e con breve e forte pioggia.

3.° Il giorno 11 maggio, il cielo torbido e minaccioso fino dal principio del mattino, diede origine al temporale fra le 13^h e le $14^h\ 30^m$ con lampi e tuoni deboli e con alcuni chicchi di grandine misti alla pioggia forte.

4.° Il giorno 17 maggio, proveniente da sud-ovest e sparito rapidamente verso nord-est, dopo scarsissima attività elettrica e poca pioggia caduta fra 1^h e $1^h\ 30^m$.

5.° Il 25 giugno, incominciato improvvisamente alle $22^h\ 30^m$ con un potentissimo scoppio di fulmine, e dopo attività elettrica molto intensa di tuoni forti e lampi abbaglianti e uno scroscio di pioggia torrenziale, disparve a sud-est intorno alle $23^h\ 30^m$.

6.° Il 28 giugno fra le $17^h\ 45^m$ e le $19^h\ 15^m$ con pochi e deboli lampi e tuoni, con poca pioggia a grosse goccie e con colpi di vento forte da ponente.

7.° Il 3 luglio ebbe origine a sud-ovest, con pochi e generalmente deboli lampi e

tuoni dalle 16^h 45^m alle 18^h. Sulle 17^h 20^m cadde un fulmine a breve distanza, seguìto da un rovescio di pioggia violentissima con qualche chicco di grandine minuta, poscia si dileguò verso levante.

8.° Il 20 luglio fra le ore 20 e le 22 con pioggia abbondante, poca grandine minuta e scarsa attività elettrica.

9.° Il 20 agosto le nubi temporalesche di aspetto molto minaccioso, specialmente a nord della città, diedero origine al temporale, il quale spostandosi rapidamente da ponente verso levante con tuoni deboli e prolungati, fra le ore 15 e le 16 scaricò una forte pioggia con grandine molto grossa che infranse vetri e tegole e arrecò qualche danno alla campagna e in particolar modo alla canapa e all' uva.

10.° Il 21 agosto fra le 6^h 30^m e le 8^h 30^m proveniente da sud-ovest e diretto verso levante, con pochi e debolissimi tuoni, qualche lampo diffuso e con pioggia torrenziale violentissima.

11.° Il 21 agosto fra le 16^h e le 17^h 30^m altro temporale di poca attività elettrica proveniente da sud-ovest, girò a ovest, a nord-ovest, a nord, e in fine, dopo abbondante pioggia, sparì a sud-est.

12.° La notte 16-17 settembre. Intorno alle 23^h del 16 incominciarono i tuoni forti e continuarono con lampi frequentissimi, abbaglianti, fino alle 4 del 17. Alle 23^h 30^m cadde un fulmine con immenso fragore, seguito da pioggia piuttosto abbondante che continuò fino alle 5, poscia il temporale si allontanò verso sud-est.

13.° Il 21 settembre proveniente da sud-ovest con tuoni frequenti e prolungati, alcuni alquanto forti, e con pioggia ordinaria dalle 14^h 30^m alle 16^h 30^m e poscia allontanatosi verso nord-ovest.

14.° Il 13 ottobre proveniente da nord-ovest incominciò quasi improvvisamente alle 21^h 30^m con lampi a zig-zag intensissimi e frequenti e con tuoni generalmente non molto forti e qualche colpo secco di fulmine. Dopo la pioggia piuttosto forte, il temporale si dileguò a levante intorno alle 23^h.

15.° Il 13 novembre dalle 15^h 15^m alle 16^h 45^m; ebbe origine da sud-ovest, e dopo tuoni generalmente deboli, lampi a zig-zag abbastanza intensi, e pioggia da prima forte poi leggera, si diresse verso levante.

Tensione del vapore acqueo e umidità relativa.

La media generale della tensione del vapore acqueo fu eguale a mm. 8,4. Le medie mensili seguirono regolarmente l' andamento delle corrispondenti medie della temperatura, poichè come quelle risultarono quasi costantemente crescenti da gennaio ad agosto, e decrescenti da agosto a dicembre. Il mese di febbraio presentò, rispetto alla tensione, la irregolarità già verificata per la temperatura, cioè la media di febbraio fu inferiore alla media di gennaio.

L' umidà relativa media dell' anno fu eguale a 67 centesimi. I valori estremi osservati furono: 24 centesimi il giorno 9 luglio, e 100 centesimi nei giorni 9 gennaio, 6 febbraio e 3 dicembre.

Provenienza e velocità del vento.

La provenienza del vento fu osservata 743 volte che risultarono così ripartite: Da ovest 241 volte; da sud-ovest 143; da sud 89; da sud-est 73; da nord-ovest 71; da nord 51; da nord-est 40; da est 35. Nelle rimanenti 352 osservazioni l'anemometro indicava la calma.

Rispetto alla velocità non vi furono in generale giornate di vento eccezionalmente impetuoso. Vi fu qualche giornata di vento moderato-forte, come risulta dal valori riportati nei quadri mensili, e specialmente è da notarsi l'uragano grecale del 9 marzo e l'impetuosa libecciata del 18 marzo.

Nebulosità ed evaporazione.

Per nebulosità si intende la quantità in decimi di cielo coperto dalle nubi, distinguendo i giorni in sereni, misti e coperti secondochè la somma dei decimi di cielo coperto dalle nubi nelle tre osservazioni giornaliere risultò non superiore a 3, o compresa fra 4 e 26, o superiore a 26. Così si ebbero in tutto l'anno 75 giorni sereni, 197 giorni misti e 93 giorni coperti. La media nebulosità annua fu esattamente eguale a 5 decimi.

La quantità totale di evaporazione, ottenuta all'evaporimetro, situato al nord e all'ombra, fu di mm. 1004,0. Durante i varî mesi l'evaporazione risultò costantemente crescente da gennaio a giugno e decrescente da giugno a dicembre. In generale fu piuttosto scarsa anche nei mesi estivi e ciò a cagione della poca forza del vento e della poca elevata temperatura, già riscontrata durante tali mesi.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	**GENNAIO 1913** — Tempo medio dell'Europa centrale										Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	765, 1	763, 5	763, 6	764, 1	5, 8	5, 1	4, 8	6, 4	4, 3	5, 3		
2	761, 8	760, 0	759, 2	760, 3	3, 6	4, 2	4, 2	4, 8	3, 2	4, 0	0, 2	pioggia
3	758, 1	758, 0	759, 6	758, 6	4, 0	6, 0	6, 1	6, 3	3, 6	5, 0	0, 1	pioggia
4	761, 8	762, 3	764, 5	762, 9	5, 6	7, 7	6, 9	7, 8	5, 8	6, 5		
5	766, 1	766, 2	767, 1	766, 5	5, 4	7, 5	7, 2	7, 6	5, 3	6, 4		
6	766, 6	764, 5	763, 9	765, 0	6, 0	8, 4	6, 7	8, 6	5, 2	6, 6		
7	762, 9	762, 1	762, 3	762, 4	5, 0	5, 4	3, 8	7, 7	3, 8	5, 1		
8	762, 2	762, 0	762, 8	762, 3	0, 3	2, 4	1, 9	4, 2	— 0, 4	1, 5		
9	762, 6	761, 0	760, 0	761, 2	0, 8	1, 5	0, 2	2, 3	0, 0	0, 8		
10	758, 8	757, 7	758, 2	758, 2	— 0, 2	0, 4	0, 6	1, 1	— 0, 9	0, 2		
11	758, 2	755, 5	754, 1	755, 9	0, 6	1, 2	1, 9	2, 2	0, 0	1, 2		
12	749, 3	748, 7	750, 1	749, 4	1, 4	2, 1	2, 2	3, 4	0, 8	2, 0	0, 5	pioggia e neve
13	752, 7	753, 3	755, 6	753, 9	2, 4	— 0, 1	— 0, 6	4, 0	— 1, 0	1, 2		
14	756, 8	756, 7	757, 1	756, 9	— 0, 4	0, 6	0, 6	1, 0	— 1, 9	— 0, 2		
15	755, 8	754, 9	755, 0	755, 2	0, 8	1, 4	1, 0	1, 8	0, 2	1, 0		
16	755, 2	754, 6	755, 4	755, 1	1, 8	3, 7	2, 8	4, 0	0, 7	2, 3		
17	755, 8	755, 2	753, 8	754, 9	2, 6	3, 1	2, 7	3, 3	1, 7	2, 6		
18	752, 8	751, 6	753, 8	752, 7	2, 4	4, 8	2, 9	5, 0	1, 9	3, 0		
19	756, 8	756, 8	757, 1	756, 9	— 1, 0	2, 3	1, 4	2, 9	— 1, 4	0, 5		
20	755, 0	750, 4	750, 3	751, 9	1, 2	3, 6	1, 8	7, 1	0, 3	2, 6	4, 5	pioggia
21	748, 2	747, 8	748, 4	748, 1	1, 6	1, 7	1, 2	4, 0	0, 9	1, 9	1, 8	pioggia
22	750, 4	751, 4	753, 5	751, 8	— 0, 8	2, 1	5, 5	5, 5	— 1, 0	2, 3		
23	756, 4	755, 5	755, 4	755, 8	5, 0	7, 7	5, 0	7, 8	3, 9	5, 4		
24	755, 4	755, 3	756, 0	755, 6	2, 4	7, 9	4, 7	8, 0	1, 2	4, 1		
25	756, 5	756, 1	756, 7	756, 4	4, 0	5, 0	4, 6	6, 2	2, 6	4, 4		
26	756, 7	755, 6	757, 2	756, 5	4, 0	7, 8	5, 2	8, 1	3, 1	5, 1		
27	761, 0	760, 9	760, 6	760, 8	5, 4	7, 5	4, 0	7, 8	3, 8	5, 2		
28	756, 8	756, 3	757, 1	756, 7	4, 6	4, 9	4, 3	5, 2	3, 6	4, 4	1, 6	pioggia
29	758, 6	758, 3	758, 6	758, 5	3, 0	4, 0	3, 3	4, 5	2, 7	3, 4	1, 7	pioggia
30	758, 6	758, 8	760, 7	759, 4	1, 2	0, 8	1, 1	3, 3	0, 1	1, 4	1, 1	pioggia e neve
31	759, 8	757, 9	758, 4	758, 7	0, 5	— 1, 2	0, 1	1, 5	— 1, 6	0, 1		
	757, 8	757, 1	757, 6	757, 5	2, 5	3, 9	3, 2	4, 9	1, 6	3, 1	11, 5	

Altezza barometrica massima 767,1 (mm) g. 5
» » minima 747, 8 » 21
» » media 757, 5

Temperatura massima 8,6 (°) g. 6
» minima — 1, 9 » 14
» media 3, 1

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29.
Brina nei giorni 8, 10, 14, 19.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^{m},8)

GENNAIO 1913 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	9^{h}	15^{h}	21^{h}		mm.
1	5,6	5,8	6,0	5,8	82	89	93	88	10	10	10	W	?	NE	1	0,4
2	5,6	5,6	5,7	5,6	95	90	92	92	10	10	10	NE	N	W	2	0,2
3	5,3	5,9	5,8	5,7	87	85	82	85	10	10	10	W	W	W	4	0,4
4	5,4	6,4	6,0	5,9	78	82	81	80	8	8	10	W	W	W	7	1,0
5	5,3	6,2	6,3	5,9	78	80	83	80	2	10	10	W	NW	?	3	0,8
6	5,9	6,2	5,9	6,0	85	75	81	80	0	0	0	W	?	?	2	0,8
7	5,5	6,1	5,2	5,6	84	91	87	87	0	10	10	W	W	?	2	1,6
8	3,9	4,6	4,8	4,4	83	84	91	86	10	10	8	?	?	W	0	0,3
9	4,5	4,7	4,7	4,6	92	93	100	95	10	10	10	NW	?	?	1	0,2
10	4,4	4,2	4,6	4,4	96	89	96	94	10	10	10	?	?	?	0	0,1
11	4,2	4,4	4,9	4,5	88	89	93	90	10	10	10	W	W	?	2	0,2
12	4,3	4,3	4,7	4,4	85	81	87	85	10	10	0	W	W	W	5	0,7
13	3,9	4,3	4,1	4,1	72	94	92	86	0	10	10	?	?	W	2	0,8
14	4,1	4,6	4,7	4,5	92	96	98	95	10	10	10	?	W	W	1	gelato
15	4,5	4,9	4,8	4,7	92	96	96	95	10	10	10	W	W	W	3	0,4(*)
16	4,5	4,9	4,8	4,7	85	82	86	84	10	10	10	W	NW	?	4	0,3
17	4,8	5,2	5,4	5,1	86	91	96	91	10	10	10	?	?	?	0	0,4
18	4,9	5,4	5,1	5,1	89	84	89	87	10	8	9	W	NW	W	4	0,3
19	3,9	5,3	5,0	4,7	92	98	98	96	10	10	10	NW	?	SW	5	0,4
20	4,8	5,6	4,6	5,0	96	95	87	93	10	10	10	SW	W	W	7	0,0
21	4,4	4,9	4,8	4,7	85	94	96	92	8	10	10	SW	SW	W	8	0,5
22	4,2	5,2	3,2	4,2	96	98	48	81	10	10	0	NW	W	W	5	0,2
23	2,9	3,3	4,0	3,4	45	42	63	50	10	0	0	SW	W	W	10	2,9
24	3,9	4,2	4,7	4,3	72	53	73	66	5	0	0	?	?	?	3	1,3
25	4,7	5,3	5,3	5,1	77	81	84	81	8	9	10	?	?	W	1	0,9
26	4,9	5,2	6,0	5,4	80	65	91	79	0	0	9	?	?	?	2	0,4
27	6,1	4,9	5,5	5,5	91	63	90	81	10	7	7	?	SE	W	2	0,9
28	5,5	5,8	5,9	5,7	87	80	95	87	10	10	10	?	?	?	1	0,5
29	5,3	5,3	4,0	4,9	93	87	68	83	10	10	10	W	NW	SE	2	0,2
30	4,1	3,8	4,0	4,0	81	79	80	80	10	10	10	NE	NW	W	2	gelato
31	3,3	3,5	4,4	3,7	69	84	94	82	10	10	10	?	?	?	1	1,7(*)
	4,7	5,0	5,0	4,9	84	84	87	85	8	8	8				3	0,6

Tens. del vapor acq. mass. 6,4 g. 4
» » » » min. 2,9 » 23
» » » » media 4,9

Umidità relativa mass. 100 g. 9
» » min. 42 » 23
» » media 85

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	3	0	2	0	5	38	8

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 8

(*) Comprende anche l' evaporazione del giorno precedente in cui l' evaporimetro rimase gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	**FEBBRAIO 1913** — Tempo medio dell' Europa centrale										**Precipitazione** pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	760, 7	760, 6	760, 8	760, 7	0, 6	2, 3	2, 0	2, 6	— 1, 0	1, 0		
2	756, 6	754, 9	756, 5	756, 0	1, 2	2, 3	2, 4	2, 7	1, 0	1, 8	2, 0	pioggia
3	760, 6	760, 8	763, 3	761, 6	1, 8	5, 2	1, 0	6, 3	1, 0	2, 5		
4	765, 8	765, 5	765, 8	765, 7	— 0, 4	3, 5	2, 5	4, 5	— 1, 4	1, 3		
5	765, 5	764, 1	763, 5	764, 4	— 0, 4	2, 2	1, 0	2, 6	— 0, 7	0, 6		
6	763, 2	763, 0	764, 6	763, 6	1, 0	2, 2	1, 4	2, 5	0, 2	1, 3		
7	766, 1	766, 2	767, 4	766, 6	1, 8	3, 7	2, 6	4, 3	1, 4	2, 5	0, 2	pioggia
8	766, 8	763, 8	764, 4	765, 0	1, 4	3, 0	2, 4	3, 4	1, 2	2, 1		
9	767, 8	767, 8	768, 9	768, 2	4, 0	8, 8	7, 5	9, 2	2, 2	5, 7	0, 2	pioggia
10	769, 0	767, 6	767, 2	767, 9	5, 4	10, 0	7, 4	10, 1	4, 3	6, 8		
11	764, 5	762, 4	762, 9	763, 3	6, 0	11, 1	8, 0	11, 2	5, 2	7, 6		
12	763, 3	762, 5	763, 4	763, 1	5, 0	9, 4	6, 2	9, 4	3, 1	5, 9		
13	764, 2	762, 0	758, 3	761, 5	4, 2	7, 4	5, 4	7, 6	3, 0	5, 0		
14	753, 8	752, 8	755, 4	754, 0	3, 6	7, 9	3, 8	8, 2	2, 8	4, 6		
15	759, 1	758, 5	759, 3	759, 0	1, 4	3, 3	1, 0	4, 3	0, 6	1, 8		
16	758, 0	755, 9	756, 0	756, 6	— 0, 6	3, 2	1, 6	3, 4	— 1, 5	0, 7		
17	755, 5	754, 8	756, 3	755, 5	— 0, 4	2, 6	0, 0	2, 7	— 1, 0	0, 3		
18	757, 9	757, 6	757, 8	757, 8	— 2, 4	1, 1	0, 4	1, 3	— 2, 8	— 0, 9		
19	756, 8	755, 7	756, 5	756, 3	— 2, 6	— 0, 9	— 0, 4	1, 2	— 3, 2	— 1, 2		
20	757, 0	756, 7	756, 7	756, 8	— 0, 8	2, 0	1, 8	2, 0	— 1, 2	0, 4		
21	756, 6	755, 2	755, 4	755, 7	0, 0	2, 8	2, 7	3, 1	— 0, 8	1, 2		
22	755, 9	755, 6	757, 4	756, 3	1, 0	3, 8	2, 6	4, 2	0, 9	2, 2	0, 1	neve
23	760, 8	760, 2	761, 6	760, 9	0, 2	5, 4	1, 4	5, 6	— 0, 6	1, 6		
24	764, 1	762, 6	762, 4	763, 0	0, 0	5, 2	3, 6	6, 0	— 1, 5	2, 0		
25	761, 7	760, 6	759, 6	760, 6	3, 2	7, 6	4, 4	8, 0	1, 6	4, 3		
26	760, 4	758, 5	757, 4	758, 8	1, 8	6, 9	4, 8	7, 3	1, 8	3, 9		
27	755, 5	752, 8	752, 6	753, 6	4, 0	8, 9	6, 9	9, 0	2, 9	5, 7		
28	752, 3	751, 1	752, 3	751, 9	3, 2	6, 6	5, 2	6, 9	2, 8	4, 5		
	760, 7	759, 6	760, 1	760, 2	1, 5	4, 9	3, 1	5, 3	0, 7	2, 7	2, 5	

Altezza barometrica massima 769, 0 (mm) g. 10
» » minima 751, 1 » 28
» » media 760, 2

Temperatura massima 11, 2 (°) g. 11
» minima — 3, 2 » 19
» media 2, 7

Nebbia nei giorni 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 28.
Brina nei giorni 3, 4, 5, 6.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

FEBBRAIO 1913 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm.
1	3,8	3,7	4,4	4,0	79	68	82	76	10	10	10	?	?	?	0	gelato
2	4,3	4,6	4,5	4,5	85	84	82	84	10	10	10	?	NW	SW	4	1, 8(*)
3	4,5	5,4	4,8	4,9	85	81	96	87	0	0	7	W	?	?	4	0, 7
4	4,0	4,8	4,6	4,5	89	82	84	85	10	0	10	?	?	SE	2	gelato
5	4,1	4,9	4,6	4,5	92	91	92	92	10	10	10	?	?	?	0	1, 0(*)
6	4,2	4,8	5,1	4,7	85	89	100	91	10	10	10	?	?	?	0	0, 2
7	4,6	5,3	5,1	5,0	89	88	93	90	10	10	10	W	W	NW	5	0, 3
8	4,7	5,6	5,3	5,2	93	98	96	96	10	10	10	NW	NW	W	3	0, 1
9	4,7	5,6	5,5	5,3	77	67	70	71	10	0	0	W	W	W	5	0, 5
10	5,1	4,6	5,2	5,0	75	50	67	64	0	0	0	W	NW	W	6	1, 7
11	4,3	4,2	5,6	4,7	61	42	70	58	5	2	3	SW	?	?	6	1, 5
12	4,5	5,2	5,0	4,9	69	59	70	66	0	0	6	W	SE	E	10	1, 5
13	4,2	3,7	4,2	4,0	67	48	63	59	0	0	0	?	W	SW	6	1, 6
14	4,4	3,6	4,4	4,1	73	45	73	64	0	0	9	?	SE	SE	21	2, 4
15	2,3	2,0	2,5	2,3	46	35	50	44	0	1	0	NE	NE	W	14	3, 2
16	2,6	2,7	3,7	3,0	58	46	71	58	0	0	7	W	NE	?	5	3, 3
17	3,3	3,1	2,4	2,9	74	55	53	61	2	0	10	W	NE	?	3	3, 0
18	2,9	3,8	3,6	3,4	75	78	77	77	9	9	10	?	NE	?	0	gelato
19	2,6	3,7	4,0	3,4	70	86	89	82	10	10	10	W	W	W	2	gelato
20	3,3	3,5	3,6	3,5	77	65	69	70	10	10	7	W	W	?	2	4, 1(*)
21	3,7	2,9	4,1	3,6	81	52	74	69	10	9	10	W	?	W	1	1, 5
22	4,2	4,7	4,6	4,5	85	78	82	82	10	10	9	W	?	?	3	1, 0
23	2,6	3,1	3,3	3,0	57	46	64	56	0	0	0	W	NE	S	5	2, 6
24	3,2	2,0	2,8	2,7	71	30	48	50	0	0	0	W	NW	W	4	2, 2
25	2,6	2,0	3,1	2,6	44	25	50	40	0	0	0	SW	NW	S	6	2, 2
26	3,3	3,1	3,8	3,4	63	41	59	54	0	0	7	?	SE	SW	2	1, 4
27	4,1	5,3	5,2	4,9	67	62	70	66	8	8	10	?	NE	?	0	1, 2
28	4,8	5,0	5,1	5,0	83	68	76	76	10	8	7	?	W	?	2	2, 2
	3,8	4,0	4,3	4,1	74	63	74	70	6	5	6				4	1, 5

Tens. del vapor acq. mass. 5,6 (mm) g. 8, 9, 11
» » » » min. 2,0 » 15, 24, 25
» » » » media 4,1

Umidità relativa mass. 100 g. 6
» » min. 25 » 25
» » media 70

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
0	7	1	5	2	5	26	7

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 6

(*) Comprende anche l' evaporazione dei giorni precedenti in cui l' evaporimetro rimase gelato.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

MARZO 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada						Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	754, 5	754, 2	757, 6	755, 4	5, 0	10, 1	4, 4	10, 3	3, 7	5, 8		
2	762, 2	762, 4	764, 0	762, 9	1, 2	5, 0	3, 2	5, 6	0, 1	2, 5		
3	766, 5	765, 0	765, 7	765, 7	1, 2	6, 1	3, 4	6, 6	— 0, 4	2, 7		
4	764, 6	763, 5	764, 4	764, 2	3, 4	8, 0	5, 4	8, 8	1, 9	4, 9		
5	765, 0	764, 3	765, 0	764, 8	4, 4	12, 4	9, 3	13, 1	3, 2	7, 5		
6	766, 9	765, 7	765, 3	766, 0	7, 0	13, 5	10, 4	14, 0	5, 1	9, 1		
7	764, 6	762, 6	762, 2	763, 1	10, 0	14, 5	11, 7	14, 9	8, 0	11, 2		
8	760, 8	758, 2	757, 3	758, 8	12, 0	15, 4	12, 4	15, 8	9, 4	12, 4		
9	756, 7	762, 4	765, 5	761, 5	3, 4	5, 5	4, 3	12, 4	2, 5	5, 6	11, 1	pioggia e neve
10	769, 0	767, 8	767, 3	768, 0	3, 2	8, 3	6, 2	8, 6	1, 7	4, 9		
11	766, 5	765, 2	765, 0	765, 6	6, 4	11, 0	7, 4	11, 7	4, 1	7, 4		
12	763, 6	763, 2	762, 8	763, 2	8, 2	13, 0	10, 3	13, 2	6, 2	9, 5		
13	761, 8	760, 6	760, 9	761, 1	6, 4	12, 2	10, 4	12, 6	5, 6	8, 8		
14	762, 1	761, 3	761, 8	761, 7	9, 0	14, 2	10, 2	14, 4	8, 1	10, 4		
15	762, 6	761, 8	762, 2	762, 2	6, 4	10, 9	9, 8	12, 3	4, 6	8, 3		
16	763, 6	762, 6	762, 0	762, 7	8, 0	9, 3	9, 4	9, 8	7, 1	8, 6		
17	759, 0	755, 3	752, 6	755, 6	8, 6	15, 2	13, 0	16, 1	7, 7	11, 4		
18	744, 1	741, 6	746, 1	743, 9	13, 8	12, 3	9, 9	15, 3	9, 9	12, 2	1, 0	pioggia
19	749, 5	749, 7	751, 8	750, 3	7, 2	12, 0	10, 3	12, 2	5, 3	8, 8		
20	754, 5	755, 2	756, 6	755, 4	10, 6	14, 7	11, 1	15, 3	7, 9	11, 2		
21	757, 4	757, 2	757, 9	757, 5	8, 4	10, 6	10, 6	11, 2	8, 0	9, 6		
22	758, 2	757, 2	756, 1	757, 2	9, 6	12, 5	11, 4	13, 3	9, 3	10, 9		
23	752, 6	749, 2	748, 0	749, 9	9, 6	13, 7	11, 6	13, 8	9, 3	11, 1	2, 3	pioggia
24	746, 5	751, 1	755, 8	751, 1	12, 0	15, 0	12, 3	15, 2	11, 2	12, 7	6, 0	pioggia
25	759, 4	758, 8	758, 9	759, 0	11, 0	15, 1	12, 7	15, 3	10, 2	12, 3		
26	758, 4	755, 5	754, 2	756, 0	11, 4	13, 1	10, 9	13, 2	10, 1	11, 4		
27	752, 3	750, 5	750, 4	751, 1	9, 2	14, 3	12, 2	15, 1	9, 2	11, 4		
28	751, 6	752, 3	753, 8	752, 6	10, 0	14, 9	13, 6	15, 5	6, 3	11, 4		
29	756, 7	756, 1	757, 1	756, 6	13, 0	17, 6	14, 3	18, 1	10, 9	14, 1		
30	757, 9	756, 7	756, 9	757, 2	12, 4	17, 4	12, 4	17, 9	10, 7	13, 4		
31	756, 0	754, 4	754, 6	755, 0	13, 0	17, 1	12, 3	17, 6	10, 4	13, 3		
	758, 9	758, 1	758, 7	758, 6	8, 2	12, 4	9, 9	13, 2	6, 7	9, 5	20, 4	

Altezza barometrica massima 769,0 mm g. 10
» » minima 741, 6 » 18
» » media 758, 6

Temperatura massima 18,1° g. 29
» minima 0, 4 » 3
» media 9, 5

Nebbia nei giorni 16, 17, 22, 23, 31.
Brina nei giorni 1, 2, 3.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^m, 8)

MARZO 1913 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	Media	9^h	15^h	21^h	9^h	15^h	21^h		mm.
1	4,7	5,0	5,0	4,9	72	54	81	69	0	2	6	W	NE	SE	8	1,1
2	3,9	2,9	3,8	3,5	78	45	66	63	9	0	0	W	NE	SE	8	1,7
3	3,3	3,6	4,1	3,7	65	52	69	62	3	0	0	?	E	SE	3	1,6
4	3,3	3,7	4,8	3,9	57	46	71	58	2	4	0	W	SE	S	4	1,2
5	3,9	4,6	5,0	5,5	62	42	57	54	0	3	3	?	W	?	3	1,5
6	5,1	5,4	6,5	5,7	68	47	69	61	0	0	7	W	N	SE	4	2,0
7	5,7	6,0	5,8	5,8	62	48	56	55	0	0	0	W	SE	SW	7	1,7
8	5,4	5,8	5,7	5,6	51	44	53	49	8	6	3	SW	SW	SW	20	3,0
9	5,1	5,5	4,9	5,2	86	81	79	82	10	10	5	NE	NE	W	18	1,6
10	4,5	2,5	4,5	3,8	80	31	63	58	0	0	4	W	NE	NE	5	2,2
11	5,9	4,0	5,6	5,2	54	41	73	56	0	0	0	W	S	S	7	2,1
12	4,6	6,2	6,6	5,8	57	55	71	61	5	3	4	W	W	?	4	2,0
13	5,9	6,6	6,8	6,4	82	61	72	72	0	5	0	W	W	E	0	1,7
14	6,5	7,1	7,1	6,9	76	59	75	70	0	0	0	?	NE	S	6	1,5
15	6,3	7,1	7,6	7,0	88	73	84	82	0	0	10	?	NE	SE	3	1,4
16	6,9	7,5	7,6	7,3	86	85	86	86	10	10	10	SE	?	?	5	0,7
17	7,4	6,5	6,6	6,8	89	51	59	66	0	7	8	?	SW	SW	10	1,0
18	6,9	8,1	6,2	7,1	59	76	68	68	7	8	4	SW	W	SW	29	3,3
19	5,4	5,4	6,6	5,8	71	51	71	64	0	8	0	W	W	?	2	1,9
20	6,4	7,6	7,2	7,1	68	81	73	74	8	7	8	W	N	?	2	1,9
21	6,9	8,0	8,2	7,7	83	84	86	84	10	10	0	W	?	W	1	1,6
22	8,4	9,1	8,6	8,7	95	85	85	88	10	10	6	W	?	?	2	0,7
23	8,4	9,7	9,6	9,2	95	83	94	91	10	10	10	SE	E	W	10	0,7
24	6,8	5,4	4,3	5,5	65	43	40	49	8	2	2	SW	SW	SW	22	1,7
25	6,4	5,1	6,6	6,0	66	40	60	55	2	7	10	?	E	?	11	3,7
26	6,9	8,5	7,4	7,6	89	76	76	74	10	8	10	?	E	E	3	2,4
27	7,5	8,0	7,8	7,8	86	66	74	75	10	1	4	W	?	SE	8	1,5
28	7,0	7,7	7,6	7,4	76	61	65	67	5	1	0	?	?	?	1	1,5
29	7,6	7,3	7,8	7,6	68	49	64	60	8	5	3	?	?	?	3	1,0
30	7,7	7,3	7,2	7,4	72	49	68	63	0	8	3	?	SE	SE	9	1,5
31	8,8	10,6	9,3	9,6	79	73	87	80	0	3	10	SE	NE	NE	6	1,9
	6,1	6,4	6,5	6,4	73	59	71	68	4	4	4				7	1,7

Tens. del vapor acq mass. 10,6 g. 31
» » » » min. 2,5 » 10
» » » » media 6,4

Umidità relativa mass. 95 g. 22, 23
» » min. 31 » 10
» » media 68

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2	9	6	13	4	11	23	0

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 4

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

APRILE 1913 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	752,8	752,0	752,9	752,6	12,6	13,0	12,1	13,8	12,1	12,6	6,5	pioggia
2	752,8	752,6	753,1	752,8	10,6	11,6	10,7	12,1	10,2	10,9	19,1	pioggia
3	752,6	751,4	751,6	751,9	10,0	14,0	12,9	14,4	9,6	11,7	0,2	pioggia
4	752,1	750,8	749,1	750,7	12,6	15,0	12,3	15,5	10,7	12,8		
5	748,2	749,3	748,7	748,7	13,0	13,2	11,8	16,3	10,5	12,9	14,7	pioggia e grand.
6	746,8	745,9	746,0	746,2	11,2	12,5	11,8	13,9	9,5	11,6	1,4	pioggia
7	743,8	743,2	744,0	743,7	12,8	14,0	12,0	14,6	9,9	12,3	6,2	pioggia
8	745,9	745,7	746,8	746,1	12,0	13,4	12,3	15,2	10,3	12,4		
9	747,7	747,8	750,0	748,5	10,0	10,6	9,7	12,3	8,6	10,2	5,8	pioggia
10	751,2	749,1	747,8	749,4	9,8	13,3	12,4	13,9	8,5	11,2	2,1	pioggia
11	746,7	744,7	744,2	745,2	11,2	15,2	14,1	15,6	9,1	12,5		
12	741,0	735,6	737,7	738,1	11,0	15,4	7,9	15,6	6,3	10,2	1,5	pioggia
13	744,7	747,4	749,2	747,1	5,2	5,6	6,2	9,0	2,6	5,8	0,6	pioggia e neve
14	753,3	752,8	753,5	753,2	5,0	7,4	6,2	7,7	3,0	5,5	1,7	pioggia
15	753,6	753,0	753,8	753,5	8,2	10,2	9,1	11,1	4,6	8,2		
16	754,0	753,5	753,2	753,6	10,0	13,8	11,6	14,2	6,8	10,6		
17	753,0	752,5	752,3	752,6	12,2	15,0	13,7	15,3	10,1	12,8		
18	753,4	751,4	754,0	752,9	11,0	15,9	13,1	16,3	8,6	12,2		
19	757,9	755,0	754,5	755,8	13,2	16,6	13,1	16,8	9,1	13,0		
20	753,6	752,6	753,2	753,1	14,6	17,7	14,8	18,3	12,3	15,0		
21	754,8	754,6	755,2	754,9	15,4	17,6	14,7	17,9	12,1	15,0		
22	756,6	755,9	756,0	756,2	14,2	18,2	15,4	18,3	10,8	14,7		
23	755,0	754,5	754,5	754,7	15,4	16,6	14,6	16,9	13,5	15,1	2,9	pioggia
24	753,5	752,5	752,8	752,9	14,0	20,1	15,4	20,3	13,3	15,8	0,4	pioggia
25	752,2	751,6	751,6	751,8	14,0	15,8	14,3	16,3	13,1	14,4		
26	752,0	750,5	750,5	751,0	13,6	17,4	15,5	17,6	13,0	14,9		
27	749,4	749,2	751,6	750,1	15,0	17,4	14,3	17,5	13,5	15,1	0,9	pioggia
28	754,8	755,3	756,2	755,4	15,4	15,9	15,4	17,1	13,6	15,4	2,1	pioggia
29	757,2	756,1	755,5	756,3	17,0	21,2	19,5	22,0	13,4	18,0		
30	755,1	753,0	752,9	753,7	18,0	22,6	20,3	23,6	16,7	19,6		
	751,5	750,6	751,1	751,1	12,3	14,9	12,9	15,6	10,2	12,7	66,1	

Altezza barometrica massima 757,9 (mm) g. 19
» » minima 735,6 » 12
» » media 751,1

Temperatura massima 23°,6 g. 30
» minima 2,6 » 13
» media 12,7

Nebbia nei giorni 1, 18, 25, 26, 28.
Temporale nel giorno 5.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

APRILE 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm
1	9,8	10,4	8,8	9,7	90	93	89	91	10	10	10	?	?	SW	1	1,5
2	8,8	8,9	8,9	8,9	92	88	96	92	10	10	10	W	?	W	3	0,0
3	8,0	7,7	8,2	8,0	87	65	74	75	9	9	6	W	?	?	3	1,5
4	7,8	6,6	8,9	7,8	72	52	83	69	0	10	10	?	SW	SW	10	1,8
5	7,1	7,2	7,6	7,3	64	64	74	67	4	10	10	SW	SW	S	16	2,0
6	7,5	7,6	7,7	7,6	75	71	75	74	4	7	3	?	W	?	2	1,4
7	6,8	7,0	6,3	6,7	65	59	60	61	2	10	3	W	?	SW	9	3,5
8	6,8	6,9	7,1	6,9	65	60	66	64	3	9	10	?	S	?	5	1,9
9	8,0	8,3	8,0	8,1	87	87	89	88	10	10	10	W	N	NW	1	1,6
10	6,9	6,7	7,5	7,0	76	59	70	68	2	6	10	?	?	SW	0	0,8
11	7,0	3,9	4,1	5,0	71	31	34	45	8	10	8	?	?	?	2	2,6
12	7,1	6,6	6,3	6,7	73	51	79	68	10	8	10	?	S	NW	6	3,1
13	4,0	4,0	3,2	3,7	60	59	45	55	10	10	10	NE	NE	N	6	2,0
14	4,3	2,7	3,5	3,5	66	35	49	50	0	4	0	?	N	NW	3	2,7
15	4,2	3,8	3,9	4,0	52	41	45	46	0	0	0	SW	W	W	3	2,6
16	4,0	4,8	4,3	4,4	43	40	42	42	0	0	6	SW	W	SW	12	2,8
17	6,6	7,0	6,7	6,8	63	55	57	58	5	10	8	NW	S	S	22	2,8
18	7,6	7,8	6,8	7,4	77	58	61	65	9	3	0	W	NW	SW	12	1,9
19	7,5	6,9	7,8	7,4	66	49	69	61	0	8	0	S	NE	SE	9	3,0
20	7,4	7,3	8,2	7,6	60	48	66	58	8	8	2	SW	E	SW	14	3,2
21	8,7	9,2	9,2	9,0	66	61	74	67	8	4	6	E	NE	SE	13	2,8
22	9,6	8,2	8,8	8,9	80	53	67	67	0	7	3	E	E	SE	10	3,0
23	9,7	11,2	10,5	10,5	75	79	83	79	10	10	10	?	SE	SE	5	1,8
24	10,3	10,2	11,1	10,5	86	58	85	76	10	7	10	?	S	?	8	1,1
25	10,8	10,8	10,4	10,7	91	81	86	86	10	10	10	?	N	?	2	1,5
26	9,8	9,3	10,7	9,9	84	63	82	76	10	7	10	?	N	?	0	1,7
27	10,2	10,7	10,6	10,5	80	72	88	80	8	10	9	N	N	?	1	1,6
28	11,1	11,3	10,1	10,8	85	84	77	82	10	9	0	?	E	W	1	1,0
29	9,5	9,2	10,4	9,7	66	49	62	59	0	1	0	W	W	?	5	2,2
30	10,3	10,6	10,9	10,6	67	52	62	60	2	3	2	W	SE	SW	6	3,7
	7,9	7,8	7,9	7,9	73	61	70	68	6	7	6				6	2,1

Tens. del vapor acq. mass. 11,3 mm g. 28
» » » » min. 2,7 » 14
» » » » media 7,9

Umidità relativa mass. 96 g. 2
» » min. 31 » 11
» » media 68

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
7	4	5	6	7	14	14	5

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 6

Osservazioni meteorologiche fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

MAGGIO 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C. 9h	15h	21h	Media	Temperatura centigrada 9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h	Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	mm.	mm.	mm.	mm	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	751, 7	750, 2	750, 2	750, 7	18, 6	19, 4	17, 5	20, 5	16, 4	18, 2	3, 7	pioggia
2	750, 2	759, 7	750, 2	750, 0	18, 0	19, 4	16, 0	21, 1	15, 0	17, 5		
3	749, 4	747, 7	748, 2	748, 4	15, 4	16, 8	13, 3	16, 8	12, 7	14, 6	1, 1	pioggia
4	746, 3	743, 9	743, 2	744, 5	14, 0	18, 8	16, 2	19, 7	11, 7	15, 4		
5	741, 0	739, 8	741, 7	740, 8	15, 4	16, 9	13, 2	17, 7	12, 1	14, 6		
6	742, 9	741, 9	742, 5	742, 4	10, 6	14, 6	14, 1	15, 8	9, 3	12, 4		
7	743, 3	744, 2	746, 8	744, 8	15, 6	20, 1	17, 4	20, 8	12, 8	16, 6		
8	749, 4	749, 2	749, 9	749, 5	17, 4	20, 8	18, 2	21, 4	14, 4	17, 8		
9	750, 4	749, 4	750, 2	750, 0	17, 0	20, 6	18, 4	20, 8	13, 7	17, 5		
10	750, 7	749, 6	749, 5	749, 9	18, 0	21, 8	18, 5	22, 4	14, 6	18, 4		
11	747, 5	747, 8	750, 8	748, 7	19, 6	16, 1	13, 0	19, 9	12, 6	16, 3	17, 2	pioggia e grand.
12	754, 7	754, 7	755, 1	754, 8	13, 2	17, 0	16, 2	18, 2	11, 3	14, 7	9, 6	pioggia
13	756, 4	755, 4	756, 5	756, 1	16, 0	18, 6	17, 1	19, 3	13, 6	16, 5		
14	757, 7	756, 8	757, 1	757, 2	16, 6	20, 1	17, 6	20, 5	13, 9	17, 2		
15	757, 7	756, 1	756, 1	756, 6	16, 4	20, 3	17, 1	20, 5	14, 2	17, 0		
16	754, 0	752, 2	751, 3	752, 5	16, 0	18, 0	16, 1	18, 2	14, 4	16, 2	2, 3	pioggia
17	751, 5	751, 3	752, 1	751, 6	17, 6	20, 0	18, 2	20, 5	14, 2	17, 6	4, 8	pioggia
18	752, 0	749, 5	750, 3	750, 6	18, 0	21, 2	18, 3	21, 8	16, 1	18, 6	0, 9	pioggia
19	751, 4	750, 1	750, 6	750, 5	19, 4	19, 6	18, 6	23, 2	15, 5	19, 2		
20	754, 5	755, 4	757, 6	755, 8	15, 2	17, 6	16, 1	18, 6	14, 4	16, 1		
21	758, 3	756, 7	757, 0	757, 3	14, 6	18, 2	17, 2	19, 5	11, 9	15, 8		
22	755, 6	753, 2	753, 7	754, 2	17, 2	21, 4	19, 4	21, 9	14, 1	18, 2		
23	755, 2	754, 6	755, 2	755, 0	18, 4	22, 4	20, 6	23, 0	16, 0	19, 5		
24	756, 0	757, 2	759, 2	757, 5	17, 2	18, 4	17, 8	20, 6	14, 3	17, 5	1, 1	pioggia
25	760, 9	760, 1	760, 9	760, 6	18, 0	22, 0	20, 7	23, 2	15, 9	19, 4		
26	762, 0	760, 9	760, 4	761, 1	22, 2	24, 2	21, 5	25, 1	17, 7	21, 6		
27	760, 3	758, 2	757, 4	758, 6	23, 3	26, 6	23, 6	26, 7	19, 2	23, 2		
28	756, 2	753, 8	754, 7	754, 9	22, 4	27, 3	22, 7	27, 9	19, 9	23, 2		
29	757, 6	757, 5	757, 1	757, 4	22, 6	26, 2	23, 5	27, 0	19, 8	23, 2		
30	757, 4	755, 6	755, 6	756, 2	23, 6	26, 9	24, 1	27, 2	18, 2	23, 3		
31	756, 1	754, 8	755, 3	755, 4	23, 4	28, 2	25, 9	30, 3	21, 1	25, 2		
	753, 2	752, 2	752, 8	752, 7	17, 8	20, 6	18, 3	21, 6	14, 9	18, 1	40, 7	

Altezza barometrica massima 762, 0 (mm) g. 26
» » minima 739, 8 » 5
» » media 752, 7

Temperatura massima 30, 3 (°) g. 31
» minima 9, 3 » 6
» media 18, 1

Temporale nei giorni 1, 11, 17.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m,8)

MAGGIO 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm.
1	10,8	11,6	9,1	10,5	68	69	61	66	2	10	3	W	W	SW	4	3,7
2	7,3	7,5	5,5	6,8	48	45	41	45	0	5	3	SW	SW	SW	16	3,8
3	6,2	7,3	8,2	7,2	47	51	72	57	2	10	8	S	S	?	12	4,5
4	7,5	6,9	6,8	7,1	63	42	49	51	0	7	6	W	S	SW	12	2,4
5	6,6	5,4	6,0	6,0	51	37	53	47	10	4	3	S	SW	E	20	3,7
6	7,9	6,9	6,3	7,0	72	56	53	60	8	7	0	NW	W	W	7	3,4
7	5,5	5,0	6,4	5,6	42	29	43	38	0	0	0	W	W	SW	12	5,5
8	6,8	9,7	6,7	7,7	45	50	43	46	0	10	5	SW	NE	W	18	5,7
9	7,7	9,3	11,2	9,4	53	51	71	58	0	0	0	W	NW	SW	6	5,1
10	9,5	10,6	11,4	10,5	62	55	72	63	0	6	0	?	NE	SE	5	3,8
11	9,1	10,4	9,8	9,8	53	75	88	72	5	7	10	SW	NW	W	13	3,6
12	9,2	9,3	8,7	9,1	82	64	64	70	10	9	0	W	E	?	3	2,7
13	8,8	7,9	8,8	8,5	65	49	61	58	5	0	0	?	N	SE	2	3,0
14	6,9	7,1	8,6	7,5	49	41	58	49	1	2	0	?	S	SE	3	3,9
15	9,6	12,1	12,1	11,3	69	68	84	74	5	10	10	W	N	E	2	3,2
16	11,2	11,4	11,3	11,3	83	75	83	80	10	10	10	?	SW	NE	5	2,6
17	10,6	10,2	10,2	10,3	70	59	67	65	3	8	8	?	?	?	4	2,2
18	9,2	7,5	8,8	8,5	60	40	56	52	6	10	0	S	W	SW	14	4,0
19	9,5	10,8	7,5	9,3	56	63	47	55	5	8	3	?	S	SW	10	4,0
20	7,7	7,1	7,0	7,3	59	47	51	52	6	3	8	S	S	SE	12	4,2
21	6,6	5,9	4,8	5,8	54	38	33	42	0	0	0	?	E	W	3	4,6
22	4,8	7,7	8,6	7,0	33	41	51	42	0	4	0	NW	N	?	16	5,5
23	10,1	6,8	8,2	8,4	64	34	45	48	2	6	2	W	N	SW	5	4,8
24	8,4	8,3	7,3	8,0	57	60	48	55	8	0	0	N	NE	W	7	6,1
25	7,9	6,8	8,5	7,7	51	34	47	44	0	0	0	W	S	?	4	4,9
26	9,2	8,5	11,1	9,6	46	38	58	47	0	0	0	?	N	SE	8	5,8
27	11,5	8,0	9,9	9,8	54	31	46	44	0	0	3	?	N	SW	3	5,7
28	9,9	10,8	9,4	10,0	49	40	46	45	8	0	2	SW	S	SW	20	7,4
29	12,8	12,9	12,6	12,8	63	51	59	58	0	2	0	?	?	S	10	6,9
30	12,6	13,2	13,5	13,1	58	50	61	56	0	6	3	?	N	?	0	5,8
31	12,7	9,8	6,5	9,7	59	34	26	40	0	0	3	?	?	?	7	5,9
	8,8	8,8	8,7	8,8	58	49	56	54	3	5	3				8	4,5

Tens. del vapor acq. mass. 13,5 mm g. 30
» » » » min. 4,8 » 21, 22
» » » » media 8,8

Umidità relativa mass. 88 g. 11
» » min. 26 » 31
» » media 54

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
8	4	4	5	12	17	17	4

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 4

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GIUGNO 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada						Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	755, 9	755, 1	755, 9	755, 6	24, 1	27, 4	24, 8	28, 0	22, 2	24, 8		
2	756, 4	754, 8	756, 2	755, 8	24, 0	27, 4	24, 8	27, 6	21, 0	24, 4		
3	758, 4	757, 8	758, 1	758, 1	22, 4	26, 6	24, 7	27, 6	20, 7	23, 8		
4	758, 3	757, 0	757, 7	757, 7	25, 0	27, 6	25, 2	29, 1	20, 7	25, 0		
5	757, 8	756, 2	756, 1	756, 7	25, 0	28, 2	25, 4	28, 6	21, 0	25, 0		
6	756, 0	753, 8	753, 5	754, 4	24, 2	28, 6	25, 1	28, 8	21, 6	24, 9		
7	754, 1	754, 3	755, 9	754, 8	20, 4	21, 6	17, 3	25, 1	16, 4	19, 8	0, 1	pioggia
8	757, 8	756, 5	756, 1	756, 8	18, 6	23, 2	22, 4	23, 5	15, 8	20, 1	3, 3	pioggia
9	755, 7	754, 1	754, 4	754, 7	23, 2	27, 6	25, 3	28, 1	18, 5	23, 8		
10	755, 6	754, 6	754, 3	754, 8	23, 2	27, 6	25, 0	27, 9	20, 3	24, 1		
11	753, 0	750, 9	751, 0	751, 6	26, 2	29, 8	27, 1	31, 7	22, 7	26, 9		
12	751, 5	750, 0	750, 4	750, 6	25, 4	30, 0	27, 2	30, 9	23, 1	26, 6		
13	755, 4	755, 1	755, 8	755, 4	21, 0	23, 4	22, 4	27, 2	20, 5	22, 8		
14	757, 6	758, 4	760, 8	758, 9	22, 2	24, 2	21, 4	24, 8	20, 0	22, 1		
15	762, 0	760, 9	761, 5	761, 5	20, 4	22, 6	19, 7	23, 2	17, 4	20, 2		
16	761, 8	760, 0	759, 9	760, 6	19, 4	22, 8	19, 9	23, 7	15, 2	19, 6		
17	759, 5	757, 8	757, 5	758, 3	21, 0	24, 2	20, 8	25, 2	17, 2	21, 0		
18	757, 4	755, 7	755, 9	756, 3	22, 2	28, 2	23, 2	29, 9	18, 4	23, 4		
19	756, 5	755, 2	754, 9	755, 5	25, 0	27, 6	23, 6	28, 2	21, 6	24, 6		
20	754, 6	754, 3	753, 5	754, 1	22, 3	22, 0	21, 7	25, 8	20, 0	22, 4	3, 2	pioggia
21	751, 4	750, 3	751, 3	751, 0	23, 2	25, 0	22, 6	26, 6	18, 0	22, 6		
22	750, 6	751, 7	753, 9	752, 1	16, 2	14, 2	16, 4	27, 1	13, 1	17, 1	47, 3	pioggia
23	756, 6	756, 4	756, 9	756, 6	18, 4	22, 7	21, 4	24, 0	15, 4	19, 8	2, 6	pioggia
24	757, 0	755, 2	754, 6	755, 6	22, 8	25, 7	22, 8	27, 4	18, 3	22, 8		
25	751, 8	749, 0	746, 8	749, 2	21, 6	16, 3	18, 3	22, 8	16, 2	19, 7	11, 1	pioggia
26	746, 6	749, 0	751, 3	749, 0	13, 4	16, 4	18, 7	18, 7	12, 0	15, 7	63, 4	pioggia
27	752, 8	751, 2	751, 4	751, 8	20, 0	24, 0	22, 1	24, 9	17, 5	21, 1		
28	753, 0	753, 3	755, 6	754, 0	18, 6	22, 8	18, 6	24, 2	15, 8	19, 3	0, 9	pioggia
29	757, 6	755, 6	753, 8	755, 7	19, 0	24, 4	22, 4	27, 3	16, 7	21, 4		
30	754, 0	753, 5	754, 3	753, 9	21, 1	24, 6	19, 8	25, 4	18, 2	21, 1		
	755, 6	754, 6	755, 0	755, 0	21, 6	24, 6	22, 3	26, 4	18, 5	22, 2	131, 9	

Altezza barometrica massima 762,0 mm g. 15
» » minima 746, 6 » 26
» » media 755, 0

Temperatura massima 31,7° g. 11
» minima 12, 0 » 26
» media 18, 5

Temporale nei giorni 25, 28.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

GIUGNO 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm
1	10,4	10,9	12,2	11,2	47	40	52	46	0	0	0	W	W	?	9	8,1
2	10,4	12,8	11,5	11,6	47	47	50	48	0	6	10	SW	W	SW	8	7,0
3	12,4	13,0	16,0	13,8	61	50	69	60	8	7	6	W	SW	S	4	4,0
4	14,3	15,7	14,2	14,7	61	57	60	59	0	7	10	?	S	?	3	4,7
5	9,5	8,8	8,1	8,8	40	31	34	35	5	8	3	W	S	SW	8	6,6
6	10,0	9,7	7,8	9,2	45	33	33	37	0	1	2	SW	SW	SW	19	7,8
7	8,3	8,4	10,5	9,1	47	44	71	54	8	8	6	SW	NW	NW	9	6,5
8	11,7	10,0	10,7	10,8	73	48	53	58	5	3	0	W	N	SW	5	3,5
9	11,6	10,4	12,8	11,6	55	38	53	49	2	3	0	W	W	SW	6	5,5
10	12,2	12,6	14,8	13,2	58	45	63	55	0	1	0	W	N	S	4	6,0
11	11,0	13,4	9,2	11,2	43	43	34	40	0	6	0	W	N	SW	12	7,4
12	11,1	10,2	10,0	10,4	46	32	37	38	0	0	0	W	NW	SW	15	10,4
13	12,6	12,7	12,7	12,7	68	59	63	63	10	8	10	S	S	SE	14	8,3
14	10,6	8,0	10,7	9,8	54	35	56	48	4	0	0	N	E	SE	11	6,0
15	10,3	8,4	7,9	8,9	58	41	46	48	3	0	0	NE	E	SE	12	8,1
16	9,2	9,7	7,5	8,8	55	47	43	48	0	0	0	W	E	SE	11	4,4
17	8,5	8,0	9,2	8,6	46	35	50	44	0	0	0	W	N	SE	6	5,9
18	9,8	9,4	11,7	10,3	49	33	55	46	0	1	0	?	SE	SE	7	6,3
19	11,7	10,8	11,5	11,3	50	39	53	47	5	9	8	SW	SW	SW	14	6,6
20	12,4	14,5	14,5	13,8	62	74	75	70	3	10	3	W	SW	SE	13	5,4
21	10,3	11,1	9,2	10,2	49	47	45	47	2	2	5	W	?	SW	6	2,9
22	12,2	10,7	11,3	11,4	89	89	81	86	10	10	10	NW	NW	W	15	3,2
23	10,1	8,0	10,1	9,4	64	39	53	52	2	2	0	?	NE	SW	3	2,0
24	10,0	11,1	8,1	9,7	48	45	39	44	0	0	0	SW	?	SW	9	4,1
25	11,3	13,6	13,0	12,6	59	99	83	80	10	10	10	SW	NW	?	14	4,3
26	10,1	10,4	9,1	9,9	88	75	57	73	10	10	10	NW	NW	NW	11	1,5
27	7,7	7,2	11,3	8,7	44	33	57	45	2	3	3	W	W	?	7	5,7
28	10,2	8,8	9,1	9,4	64	43	57	55	8	2	8	NW	NW	S	7	5,2
29	8,6	7,3	11,1	9,0	53	32	55	47	0	2	0	NW	NW	SW	6	6,0
30	9,6	10,1	8,9	9,5	51	44	52	49	0	5	4	NW	NW	SE	13	6,5
	10,6	10,5	10,8	10,7	56	47	54	52	3	4	4				9	5,7

Tens. del vapor acq. mass. 16,0 mm g. 3
» » » » min. 7,2 » 27
» » » » media 10,7

Umidità relativa mass. 99 g. 25
» » min. 31 » 5
» » media 52

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
5	2	3	9	7	22	18	15

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 4

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	**LUGLIO 1913** — Tempo medio dell'Europa centrale										**Precipitazione** pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	756, 1	754, 6	754, 5	755, 1	18, 8	23, 0	22, 3	25, 0	16, 2	20, 6		
2	754, 1	752, 6	752, 0	752, 9	23, 2	26, 0	22, 7	27, 2	18, 6	22, 9		
3	752, 5	751, 0	751, 5	751, 7	22, 0	22, 8	19, 7	24, 7	15, 4	20, 4	12, 8	pioggia e grand.
4	750, 6	749, 7	750, 3	750, 2	17, 4	17, 4	17, 8	19, 9	16, 3	17, 8	12, 6	pioggia
5	751, 0	750, 3	750, 3	750, 5	20, 4	23, 3	21, 7	25, 3	15, 9	20, 8		
6	749, 8	748, 4	748, 6	748, 9	23, 0	25, 8	23, 2	26, 3	19, 1	22, 9		
7	748, 7	748, 0	748, 3	748, 3	24, 0	27, 2	24, 8	28, 1	20, 5	24, 4		
8	749, 0	748, 7	750, 2	749, 3	25, 2	25, 6	22, 3	26, 1	20, 7	23, 6		
9	752, 2	753, 9	754, 5	753, 5	18, 6	24, 2	22, 1	25, 9	14, 8	20, 4	0, 3	pioggia
10	754, 1	752, 4	749, 8	752, 1	21, 0	22, 0	20, 4	22, 3	17, 2	20, 2		
11	746, 9	746, 6	747, 5	747, 0	16, 4	18, 2	17, 4	20, 4	15, 8	17, 5	5, 9	pioggia
12	750, 7	751, 2	752, 0	751, 3	19, 2	24, 2	22, 2	25, 2	15, 4	20, 5	1, 2	pioggia
13	755, 3	755, 7	756, 5	755, 8	23, 8	27, 2	24, 0	29, 2	20, 3	24, 3		
14	757, 8	755, 8	754, 7	756, 1	24, 4	28, 2	25, 0	28, 2	20, 2	24, 5		
15	751, 9	750, 9	751, 1	751, 3	25, 0	28, 4	25, 4	29, 6	22, 4	25, 6		
16	749, 3	748, 8	750, 0	749, 4	25, 3	26, 9	23, 4	27, 2	22, 2	24, 5		
17	751, 9	752, 4	754, 1	752, 8	21, 0	23, 0	19, 4	23, 6	19, 0	20, 8	0, 1	pioggia
18	754, 6	753, 1	753, 4	753, 7	22, 1	26, 8	25, 2	27, 4	18, 0	23, 2		
19	754, 0	752, 3	751, 4	752, 6	23, 4	26, 8	25, 0	27, 4	20, 4	24, 1		
20	749, 9	748, 9	751, 3	750, 0	23, 8	26, 4	17, 4	27, 6	17, 4	21, 6	8, 6	pioggia e grand.
21	753, 9	753, 0	754, 6	753, 8	20, 8	23, 6	22, 0	24, 4	17, 0	21, 0		
22	754, 8	753, 8	752, 9	753, 8	20, 8	22, 0	21, 8	24, 4	17, 8	21, 2		
23	749, 1	747, 5	747, 7	748, 1	19, 6	22, 8	21, 2	23, 4	16, 6	20, 0	2, 0	pioggia
24	747, 8	747, 5	748, 1	747, 8	18, 2	18, 4	18, 0	21, 2	15, 0	18, 1	12, 8	pioggia
25	750, 0	751, 3	752, 1	751, 1	19, 5	24, 4	22, 4	25, 4	16, 0	20, 8		
26	754, 2	754, 6	754, 9	754, 5	23, 2	27, 1	23, 4	27, 4	19, 8	23, 5		
27	757, 3	755, 8	756, 1	756, 4	24, 2	27, 6	25, 0	28, 0	20, 4	24, 4		
28	756, 0	754, 2	754, 8	755, 0	23, 5	27, 8	24, 2	28, 8	20, 1	24, 1		
29	753, 5	751, 5	751, 0	752, 0	24, 2	28, 1	25, 6	29, 0	20, 2	24, 8		
30	751, 3	750, 3	750, 0	750, 5	25, 3	29, 7	25, 2	30, 0	23, 6	26, 0		
31	749, 1	748, 7	750, 1	749, 3	22, 0	23, 2	21, 2	25, 2	21, 2	22, 4		
	752, 2	751, 4	751, 8	751, 8	21, 9	24, 8	22, 3	25, 9	18, 5	22, 2	56, 3	

Altezza barometrica massima 757, 8 (mm) g. 14
» » minima 746, 6 » 11
» » media 751, 8

Temperatura massima 30, 0 (°) g. 30
» minima 14, 8 » 9
» media 22, 2

Nebbia nei giorni 22, 29.
Temporale nei giorni 3, 20.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^{m},8)

LUGLIO 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	9^{h}	15^{h}	21^{h}		mm.
1	12,1	7,0	9,2	9,4	75	33	46	51	8	2	0	W	N	?	3	4,9
2	9,4	9,7	9,4	9,5	45	39	46	43	0	6	0	SW	NW	SW	8	5,6
3	11,7	12,7	11,9	12,1	60	62	70	64	5	6	7	SE	N	?	15	5,1
4	12,7	13,3	13,1	13,0	86	90	86	87	10	10	9	SW	N	?	3	2,6
5	12,0	11,2	11,1	11,4	68	53	57	59	0	1	5	?	N	SW	2	1,9
6	12,0	11,6	10,8	11,5	57	43	51	50	0	9	2	S	SW	SW	16	5,0
7	12,0	10,4	11,7	11,4	54	39	50	48	2	0	9	W	SW	NW	17	6,3
8	11,0	8,4	7,8	9,1	46	34	39	40	4	0	2	SW	SW	W	20	7,2
9	8,0	5,4	7,0	6,8	50	24	35	36	2	1	2	W	NW	S	14	8,6
10	8,6	9,9	10,1	9,5	46	50	57	51	5	10	10	?	S	S	15	6,5
11	10,5	9,6	10,7	10,3	75	62	72	70	10	9	10	W	N	W	6	3,2
12	10,4	8,2	9,9	9,5	63	37	50	50	2	0	0	W	W	SW	5	3,5
13	8,2	9,7	10,4	9,4	37	36	47	40	0	0	0	?	?	S	8	6,4
14	8,9	11,6	9,2	9,9	39	42	39	40	0	4	0	S	?	S	13	7,7
15	7,6	9,9	11,8	9,8	32	34	49	38	4	0	0	S	S	S	24	8,8
16	10,3	7,2	8,7	8,7	43	27	41	37	4	0	4	S	S	S	26	7,6
17	8,8	10,2	12,4	10,5	47	49	74	57	6	9	2	W	E	W	5	6,0
18	9,5	8,4	13,2	10,4	48	32	56	45	0	0	2	W	N	?	6	5,8
19	11,4	10,3	14,3	12,0	53	39	61	51	6	0	0	?	?	S	1	5,6
20	13,2	14,5	14,2	14,0	60	57	96	71	3	8	10	SE	E	NW	6	5,6
21	14,0	12,9	12,9	13,3	76	59	66	67	9	0	0	W	SE	S	7	5,5
22	13,8	13,5	14,4	13,9	76	69	77	74	10	8	2	W	W	S	3	3,0
23	12,0	12,4	13,7	12,7	73	60	73	69	10	10	0	N	?	S	4	3,7
24	9,9	9,8	10,6	10,1	64	62	69	65	8	3	5	?	N	?	6	3,5
25	9,2	9,8	9,9	9,6	55	43	49	49	6	0	0	W	NE	S	7	5,1
26	10,6	10,4	13,6	11,5	50	39	64	51	0	0	0	?	E	S	8	5,1
27	10,6	12,1	16,4	13,0	42	44	70	52	0	0	0	W	?	W	3	6,6
28	14,2	13,6	14,1	14,0	66	49	63	59	8	6	0	?	E	S	4	5,6
29	14,5	14,5	16,7	15,2	64	51	69	61	0	0	0	?	N	S	2	5,4
30	11,5	14,9	15,9	14,1	48	48	67	54	0	0	5	?	S	S	8	6,5
31	15,5	14,4	14,4	14,8	79	68	77	75	10	10	5	W	S	W	6	4,7
	11,1	10,9	11,9	11,3	57	48	60	55	4	3	3				9	5,4

Tens. del vapor acq. mass. 16,7 g. 29
» » » » min. 5,4 » 9
» » » » media 11,3

Umidità relativa mass. 96 g. 20
» » min. 24 » 9
» » media 55

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
9	1	4	3	24	10	19	4

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 3

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	**AGOSTO 1913** — Tempo medio dell' Europa centrale										**Precipitazione** pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	751, 7	751, 6	752, 8	752, 0	22, 8	24, 8	23, 6	25, 8	20, 0	23, 0		
2	753, 9	752, 8	753, 2	753, 3	23, 1	26, 6	25, 0	27, 2	20, 6	24, 0		
3	753, 6	751, 5	751, 7	752, 3	23, 7	28, 4	25, 0	28, 4	20, 4	24, 4		
4	751, 9	752, 0	750, 4	751, 4	24, 8	28, 2	26, 0	29, 8	20, 6	25, 3		
5	751, 9	750, 6	750, 3	750, 9	24, 4	28, 7	25, 8	28, 9	22, 4	25, 4		
6	750, 2	748, 4	748, 2	748, 9	22, 7	29, 1	24, 9	29, 4	22, 7	24, 9		
7	749, 4	747, 8	749, 2	748, 8	23, 4	26, 8	23, 8	27, 8	20, 2	23, 8		
8	752, 2	752, 4	752, 4	752, 3	17, 2	21, 0	22, 8	23, 8	16, 0	20, 0	2, 2	pioggia
9	750, 9	750, 2	751, 6	750, 9	23, 2	25, 3	22, 8	25, 6	18, 6	22, 6		
10	753, 5	752, 8	754, 5	753, 6	20, 3	26, 4	22, 2	26, 6	18, 4	21, 9		
11	757, 1	756, 6	757, 2	757, 0	20, 0	24, 8	22, 4	25, 4	18, 0	21, 4		
12	756, 5	754, 6	754, 0	755, 0	23, 0	25, 5	22, 4	25, 8	19, 4	22, 6		
13	752, 8	751, 5	751, 4	751, 9	21, 0	23, 1	18, 8	23, 4	18, 8	20, 5		
14	751, 5	750, 0	750, 5	750, 7	17, 2	21, 4	19, 4	22, 4	14, 4	18, 4	1, 9	pioggia
15	749, 8	748, 8	749, 5	749, 4	20, 0	24, 6	21, 9	25, 7	17, 8	21, 4		
16	751, 8	751, 5	754, 2	752, 5	17, 8	22, 6	19, 8	22, 9	17, 0	19, 4		
17	754, 2	754, 1	755, 4	754, 6	21, 4	25, 4	22, 0	25, 8	17, 0	21, 6		
18	757, 4	756, 2	756, 7	756, 8	20, 6	26, 1	22, 4	26, 2	18, 7	22, 0		
19	756, 5	755, 3	754, 4	755, 4	21, 4	26, 0	23, 3	27, 2	19, 3	22, 8		
20	752, 6	750, 2	751, 4	751, 4	21, 4	27, 0	23, 3	27, 7	20, 1	23, 1	5, 1	pioggia e grand.
21	751, 6	751, 5	754, 6	752, 6	21, 5	24, 3	20, 7	24, 7	18, 6	21, 4	39, 4	pioggia
22	757, 5	757, 4	757, 9	757, 7	20, 0	23, 6	21, 7	24, 5	17, 7	21, 0		
23	759, 0	757, 6	757, 2	757, 9	20, 2	24, 6	22, 7	25, 3	18, 5	21, 7		
24	757, 0	756, 2	756, 7	756, 6	21, 4	26, 0	23, 9	26, 2	19, 8	22, 8		
25	757, 2	756, 2	756, 8	756, 7	24, 0	27, 8	24, 9	28, 4	21, 3	24, 6		
26	759, 0	757, 7	757, 9	758, 2	24, 0	27, 2	23, 8	27, 5	20, 2	23, 9		
27	758, 1	756, 8	756, 9	757, 3	22, 0	25, 8	22, 2	26, 5	20, 4	22, 8		
28	756, 8	755, 3	755, 4	755, 8	22, 6	25, 6	22, 0	25, 9	19, 1	22, 4		
29	754, 8	753, 3	753, 9	754, 0	22, 2	25, 8	23, 4	26, 5	19, 5	22, 9		
30	752, 8	751, 6	752, 7	752, 4	22, 0	29, 2	25, 8	30, 3	20, 8	24, 7		
31	754, 3	754, 4	754, 9	754, 5	23, 2	27, 0	24, 7	27, 5	20, 7	24, 0		
	754, 1	753, 1	753, 7	753, 6	21, 7	25, 8	23, 0	26, 4	19, 3	22, 6	48, 6	

Altezza barometrica massima 759,0 mm g. 23, 26
» » minima 747, 8 » 7
» » media 753, 6

Temperatura massima 30,3° g. 30
» minima 14, 4 » 14
» media 22, 6

Nebbia nei giorni 13, 20, 27, 30.
Temporale nei giorni 20, 21 (due volte).

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

AGOSTO 1913 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm.
1	13, 4	11, 5	12, 6	12, 5	65	50	58	58	1	0	0	S	N	W	5	4, 1
2	11, 9	10, 1	13, 0	11, 7	57	39	55	50	0	0	0	W	N	S	3	5, 4
3	12, 7	8, 7	10, 8	10, 7	58	30	46	45	6	2	0	W	NW	S	4	6, 1
4	11, 8	13, 0	9, 2	11, 3	51	46	37	45	0	1	0	S	N	SW	13	6, 7
5	13, 4	14, 3	10, 9	12, 9	59	49	44	51	1	6	4	SW	NW	S	12	6, 8
6	13, 8	11, 8	12, 6	12, 7	67	39	54	53	5	6	0	W	SW	SW	24	6, 9
7	13, 0	12, 9	13, 1	13, 0	61	49	60	57	0	8	9	?	NW	?	4	5, 3
8	11, 4	10, 8	11, 8	11, 3	78	58	57	64	10	9	0	NW	?	S	3	3, 4
9	10, 8	8, 8	11, 5	10, 4	51	36	56	48	0	1	2	S	S	S	16	4, 6
10	11, 2	8, 8	9, 5	9, 8	63	34	48	48	0	0	0	?	S	S	10	5, 7
11	8, 8	11, 2	12, 7	10, 9	51	48	63	54	0	5	2	?	N	SW	11	6, 5
12	10, 4	11, 1	15, 6	12, 4	50	46	77	58	7	10	10	?	N	W	4	5, 6
13	15, 8	12, 9	13, 6	14, 1	85	61	84	77	10	10	10	W	S	SW	4	2, 7
14	10, 8	10, 8	11, 8	11, 1	74	57	70	67	10	6	2	W	S	S	7	2, 7
15	10, 5	10, 1	10, 4	10, 3	61	44	53	53	0	0	0	?	NW	N	5	3, 2
16	12, 2	11, 1	9, 9	11, 1	80	54	58	64	10	8	0	?	N	S	7	3, 8
17	10, 0	9, 9	11, 6	10, 5	53	41	62	52	0	0	0	SW	E	?	6	4, 1
18	11, 9	12, 6	13, 8	12, 8	66	50	68	61	0	2	3	NW	NE	SE	6	5, 2
19	15, 2	12, 7	12, 3	13, 4	80	51	58	63	8	0	3	W	W	SE	4	4, 0
20	15, 2	16, 0	15, 7	15, 6	80	60	74	71	10	9	3	?	N	?	2	3, 9
21	16, 0	16, 5	14, 2	15, 6	84	73	78	78	8	10	8	W	N	S	4	2, 5
22	13, 5	12, 9	11, 6	12, 7	78	59	60	66	2	0	0	?	?	?	1	3, 0
23	10, 7	11, 5	12, 5	11, 6	61	50	61	57	0	0	0	W	?	SW	2	3, 9
24	11, 1	11, 6	13, 7	12, 1	59	46	62	56	0	0	0	?	NE	?	5	3, 9
25	13, 3	14, 3	15, 6	14, 4	60	52	66	59	6	0	0	?	?	?	5	5, 0
26	14, 6	16, 5	15, 6	15, 6	66	61	71	66	0	3	3	?	?	SE	2	4, 7
27	15, 8	13, 8	12, 0	13, 9	81	56	60	66	10	0	0	?	NE	SE	6	3, 6
28	12, 8	12, 3	11, 7	12, 3	63	50	60	58	0	1	0	S	NE	SE	11	5, 1
29	11, 6	12, 3	14, 6	12, 9	58	50	68	59	0	6	0	?	N	SE	4	4, 5
30	13, 2	14, 2	13, 3	13, 6	67	47	53	56	8	8	10	?	NE	SW	4	4, 3
31	15, 1	14, 8	14, 5	14, 8	71	56	63	63	0	1	3	?	NE	E	4	4, 3
	12, 6	12, 3	12, 6	12, 5	66	50	61	59	4	4	2				6	4, 6

Tens. del vapor acq. mass. 16,5 mm g. 26
» » » » min. 8,7 » 3
» » » » media 12,5

Umidità relativa mass. 85 g. 13
» » min. 30 » 3
» » media 59

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
10	6	2	6	17	9	11	6

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 3

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	**SETTEMBRE 1913** — Tempo medio dell' Europa centrale										**Precipitazione** pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass.min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	756, 6	756, 3	755, 0	756, 0	22, 4	25, 9	24, 5	26, 6	21, 6	23, 8		
2	755, 4	754, 1	754, 2	754, 6	22, 2	26, 4	24, 7	27, 3	21, 2	23, 8		
3	755, 8	755, 0	755, 4	755, 4	23, 6	27, 1	24, 8	27, 8	22, 1	24, 6		
4	756, 0	754, 6	754, 7	755, 1	23, 6	27, 0	24, 3	27, 5	20, 9	24, 1		
5	754, 3	754, 0	754, 2	754, 2	22, 0	22, 0	20, 9	27, 1	19, 2	22, 3	3, 5	pioggia
6	754, 6	754, 2	755, 2	754, 7	21, 2	25, 3	22, 6	26, 0	18, 8	22, 2		
7	756, 4	755, 2	756, 0	755, 9	21, 0	25, 5	22, 1	26, 0	18, 4	21, 9		
8	758, 2	757, 0	759, 0	758, 1	20, 6	23, 8	21, 7	24, 2	18, 6	21, 3		
9	758, 6	757, 1	756, 0	757, 2	19, 6	22, 6	21, 6	23, 0	17, 8	20, 5	1, 5	pioggia
10	752, 8	749, 5	750, 9	751, 1	20, 4	21, 8	16, 8	22, 2	16, 8	19, 0	4, 6	pioggia
11	755, 3	754, 8	755, 5	755, 2	19, 8	21, 2	18, 7	21, 6	16, 6	19, 2	0, 2	pioggia
12	754, 5	752, 8	752, 8	753, 4	16, 6	20, 9	20, 0	21, 0	15, 0	18, 2		
13	751, 2	749, 9	749, 5	750, 2	18, 0	20, 0	19, 9	20, 6	17, 8	19, 1		
14	748, 5	749, 1	750, 2	749, 3	18, 3	22, 0	19, 9	22, 3	17, 2	19, 4	7, 6	pioggia
15	749, 5	749, 5	751, 6	750, 2	22, 2	22, 4	20, 4	24, 1	18, 5	21, 3	4, 6	pioggia
16	752, 9	752, 1	749, 9	751, 6	19, 0	21, 8	19, 9	23, 0	16, 6	19, 6	0, 5	pioggia
17	748, 9	749, 6	751, 2	749, 9	18, 6	22, 6	20, 0	23, 3	17, 1	19, 8	11, 9	pioggia
18	750, 3	751, 0	751, 8	751, 0	18, 0	21, 4	19, 4	22, 6	15, 6	18, 9	1, 0	pioggia
19	752, 7	751, 0	752, 1	751, 9	17, 0	17, 4	16, 2	19, 9	15, 5	17, 2	1, 1	pioggia
20	753, 5	753, 2	754, 0	753, 6	18, 4	22, 2	19, 4	22, 7	15, 3	19, 0		
21	753, 9	754, 3	755, 2	754, 5	19, 0	17, 6	15, 4	21, 0	13, 2	17, 2	9, 4	pioggia
22	757, 1	756, 2	756, 8	756, 7	15, 8	20, 1	17, 1	20, 5	13, 7	16, 8		
23	756, 3	753, 8	754, 6	754, 9	18, 0	21, 0	18, 7	21, 4	15, 4	18, 4		
24	757, 8	757, 2	757, 9	757, 6	17, 2	19, 7	17, 0	20, 1	15, 1	17, 4		
25	758, 4	757, 1	756, 8	757, 4	17, 0	19, 9	17, 8	20, 2	13, 7	17, 2		
26	757, 4	757, 1	758, 7	757, 7	17, 2	19, 2	16, 6	19, 6	15, 5	17, 2	0, 1	pioggia
27	758, 9	758, 2	758, 8	758, 6	14, 2	17, 8	15, 7	18, 5	13, 8	15, 6		
28	759, 0	758, 4	758, 9	758, 8	15, 0	16, 4	15, 9	18, 0	13, 2	15, 5	4, 5	pioggia
29	759, 9	758, 8	758, 1	758, 9	15, 0	18, 4	17, 2	18, 6	13, 5	16, 1		
30	755, 8	753, 3	753, 7	754, 3	15, 4	16, 2	14, 0	17, 2	14, 0	15, 2	6, 9	pioggia
	755, 0	754, 1	754, 6	754, 6	18, 9	21, 5	19, 4	22, 5	16, 7	19, 4	57, 4	

Altezza barometrica massima 759,9 mm g. 29
» » minima 748, 5 » 14
» » media 754, 6

Temperatura massima 27°, 8 g. 3
» minima 13, 2 » 21, 28
» media 19, 4

Nebbia nei giorni 5, 8, 9.
Temporale nei giorni 17, 21.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

SETTEMBRE 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm.
1	13,6	11,3	11,4	12,1	68	45	50	54	10	10	0	W	SE	SW	7	3,7
2	12,8	13,8	15,4	14,0	64	54	66	61	0	2	0	SW	?	SW	1	4,0
3	13,2	14,1	13,9	13,7	61	53	60	58	0	2	0	?	?	SE	2	5,0
4	13,9	17,1	16,6	15,9	64	53	74	64	0	4	9	?	N	SE	3	4,5
5	15,8	12,3	13,0	13,7	81	63	71	72	10	10	8	?	SW	SW	8	3,9
6	12,8	13,5	14,1	13,5	68	56	69	64	0	0	2	?	?	SE	2	2,4
7	14,8	12,2	13,6	13,2	75	50	69	65	0	7	6	?	SE	SE	8	4,3
8	14,1	13,4	12,8	13,4	78	61	66	68	8	8	0	?	N	SE	4	3,5
9	13,0	14,5	15,4	14,3	76	71	80	76	10	8	10	?	?	?	1	2,8
10	14,2	16,5	12,8	14,5	80	85	90	85	10	10	10	W	E	W	3	1,8
11	12,1	7,5	9,2	9,6	71	40	57	56	4	1	0	SE	SE	E	16	3,3
12	9,8	8,8	11,0	9,9	70	48	63	60	2	8	10	SW	W	S	4	2,9
13	10,3	12,0	12,8	11,7	67	69	74	70	10	10	10	?	NW	?	0	3,1
14	13,3	14,5	14,4	14,1	85	74	83	81	10	9	6	SE	W	W	3	1,4
15	13,4	14,3	9,4	12,4	67	71	53	64	6	4	5	SW	S	NW	12	2,2
16	11,4	12,6	13,7	12,6	79	65	79	74	8	10	10	?	SW	SE	4	3,2
17	12,5	11,0	9,2	10,9	79	54	53	62	10	8	9	?	SW	S	7	1,9
18	11,2	14,6	14,2	13,3	73	77	85	78	8	10	10	SW	W	NE	7	3,3
19	11,8	12,1	13,9	12,6	82	82	85	83	10	10	10	W	W	W	5	2,0
20	10,1	10,5	8,6	9,7	64	53	51	56	0	9	10	SW	?	SW	8	3,3
21	11,4	11,1	9,7	10,7	70	74	75	73	8	10	10	S	S	SW	7	3,8
22	10,5	9,0	9,2	9,6	79	52	63	65	0	0	0	W	SE	W	4	2,5
23	8,9	8,5	9,6	9,0	58	46	60	55	2	5	3	SW	N	SW	7	3,0
24	10,5	7,6	7,6	8,6	72	45	52	56	6	0	0	?	SE	SE	15	3,5
25	9,0	8,9	10,2	9,4	62	51	67	60	0	0	7	?	?	SE	2	2,6
26	10,8	10,4	10,1	10,4	74	63	72	70	8	4	0	?	NE	S	3	2,7
27	9,4	7,9	8,4	8,6	78	52	63	64	5	2	9	?	E	?	1	2,7
28	9,7	10,4	9,5	9,9	76	75	71	74	8	8	0	W	W	?	4	2,8
29	11,3	10,1	10,0	10,5	89	64	68	74	2	6	8	W	N	W	2	1,5
30	10,5	12,5	10,3	11,1	81	92	86	86	10	10	10	?	NE	NW	2	1,8
	11,8	11,8	11,7	11,8	73	61	68	68	6	6	6				5	3,0

Tens. del vapor acq. mass. 17,1 mm g. 4
» » » » min. 7,5 » 11
» » » » media 11,8

Umidità relativa mass. 92 g. 30
» » min. 40 » 11
» » media 68

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
4	3	3	15	6	15	16	3

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 6

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	**OTTOBRE 1913** — Tempo medio dell' Europa centrale										**Precipitazione** pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	754, 4	754, 2	755, 4	754, 7	14, 5	17, 3	16, 5	17, 5	12, 8	15, 3		
2	757, 4	757, 5	758, 4	757, 8	17, 0	19, 6	18, 0	19, 6	15, 4	17, 5		
3	759, 3	758, 1	757, 9	758, 4	17, 6	20, 4	18, 2	20, 5	14, 6	17, 7		
4	755, 0	751, 8	749, 3	752, 0	17, 9	18, 4	18, 0	18, 9	17, 0	18, 0	9, 7	pioggia
5	748. 6	748, 9	750, 1	749, 2	18, 5	20, 9	18, 8	21, 4	15, 6	18, 6	0, 4	pioggia
6	751, 8	752, 0	753, 0	752, 3	19, 0	20, 1	18, 1	20, 3	17, 7	18, 8		
7	754, 2	753, 4	754, 0	753, 9	19, 0	22, 8	19, 6	23, 0	17, 8	19, 8		
8	751, 5	749, 9	749, 1	750, 2	17, 6	21, 0	18, 3	21, 6	16, 3	18, 4		
9	750, 2	750, 5	752, 0	750, 9	20, 0	22, 8	18, 8	23, 1	17, 6	19, 9		
10	754, 3	753, 8	754, 8	754, 3	17, 6	20, 4	17, 8	20, 7	15, 2	17, 8		
11	757. 6	757, 7	759, 0	758, 1	17, 4	20, 1	19, 6	20, 4	16, 2	18, 4		
12	759, 9	758, 8	759, 0	759, 2	16, 2	18, 2	16, 7	19, 6	15, 0	16, 9		
13	760, 3	759, 4	759, 3	759, 7	14, 7	18, 0	16, 2	18, 4	14, 3	15, 8		
14	764, 4	764, 2	765, 4	764, 7	10, 9	12, 6	9, 8	17, 5	9, 8	12, 0	7, 6	pioggia
15	763, 0	758, 7	758, 2	760, 0	8, 4	11, 9	10, 9	12, 6	6, 3	9, 6		
16	759, 9	760, 0	760, 7	760, 2	9, 2	13, 7	12, 7	14, 2	8, 7	11, 2		
17	761, 9	760, 4	760, 9	761, 1	10, 3	15, 4	13, 0	15, 6	8, 0	11, 7		
18	761, 2	760, 0	759, 4	760, 2	11, 2	15, 0	12, 9	15, 5	9, 6	12, 3		
19	758, 8	757, 2	757, 3	757, 8	12, 2	15, 6	13, 4	15, 7	10, 5	13, 0		
20	758, 0	757, 7	758, 4	758, 0	12, 2	15, 9	13, 3	16, 2	10, 9	13, 2		
21	758, 9	757, 9	757, 9	758, 2	12, 4	16, 2	13, 3	16, 5	10, 7	13, 2		
22	758, 5	757, 6	757, 5	757, 9	11, 0	14, 8	13, 6	15, 0	10, 7	12, 6		
23	760, 3	760, 2	761, 0	760, 5	12, 6	15, 0	14, 0	15, 5	12, 3	13, 6		
24	761, 3	759, 6	760, 3	760, 4	14, 4	18, 4	14, 7	19, 0	13, 0	15, 3		
25	761, 2	760, 4	761, 1	760, 9	15, 2	19, 1	16, 0	19, 2	13, 5	16, 0		
26	760, 8	759, 4	759, 5	759, 9	13, 6	17, 6	15, 9	17, 7	13, 4	15, 2		
27	759, 4	757, 6	757, 8	758, 3	13, 2	17, 2	14, 8	17, 4	12, 0	14, 4		
28	756, 4	754, 7	754, 5	755, 2	14, 4	16, 6	15, 6	17, 1	14, 1	15, 3		
29	753, 1	752, 5	751, 9	752, 5	14, 8	15, 9	14, 8	16, 2	13, 9	14, 9	5, 4	pioggia
30	751, 9	752, 3	754, 8	753, 0	14, 6	17, 4	15, 1	17, 7	13, 6	15, 2	18, 1	pioggia
31	757, 3	758, 2	759, 5	758, 3	16, 0	17, 0	15, 0	17, 4	13, 6	15, 5		
	757, 7	756, 6	757, 0	757, 0	14, 6	17, 9	15, 6	18, 1	13, 2	15, 4	41, 2	

Altezza barometrica massima $\overset{mm}{765}$, 4 g. 14
» » minima 748, 6 » 5
» » media 757, 0

Temperatura massima 23°, 1 g. 9
» minima 6, 3 » 15
» media 15, 4

Nebbia nei giorni 2, 3, 4, 7, 8, 12, 13, 22, 25, 26, 27, 28, 29.
Temporale nel giorno 13.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

OTTOBRE 1913 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	9h	15h	21h		
																mm.
1	10,5	11,3	11,8	11,2	86	77	84	82	3	10	10	?	?	E	1	2,1
2	11,2	11,9	12,6	11,9	78	70	82	77	8	3	0	?	?	W	1	2,0
3	11,1	13,0	12,0	12,0	74	73	77	75	0	4	4	SW	?	?	1	2,0
4	13,9	13,9	13,9	13,9	91	88	90	90	10	10	10	E	SW	SE	3	0,7
5	11,7	8,8	9,7	10,1	74	48	60	61	8	4	3	SW	S	SW	12	2,0
6	10,3	9,7	10,7	10,2	63	56	69	63	8	8	9	SW	SW	?	14	3,4
7	11,4	11,5	13,3	12,1	70	56	78	68	3	5	8	?	?	?	3	2,6
8	12,8	14,8	14,2	13,9	86	77	91	85	10	8	2	W	?	SE	2	1,2
9	13,5	9,7	7,6	10,3	78	47	47	57	0	0	0	?	?	S	10	2,8
10	8,8	9,7	9,0	9,1	58	54	60	57	0	2	0	SW	NW	SW	8	4,5
11	9,0	11,1	11,2	10,4	61	64	66	64	8	9	10	S	?	SW	8	3,1
12	12,0	11,6	11,4	11,7	87	75	80	81	10	5	0	W	W	W	1	1,8
13	10,9	9,8	10,3	10,3	83	64	75	74	10	2	4	W	?	SW	2	1,3
14	5,2	4,6	6,3	5,4	53	42	69	55	3	2	4	N	NE	W	12	6,6
15	4,7	5,9	6,5	5,7	57	57	67	60	0	0	3	W	W	?	4	3,5
16	6,6	6,7	7,2	6,8	76	57	65	66	4	0	0	?	NW	W	2	1,5
17	6,4	6,9	6,4	6,6	69	53	58	60	0	1	0	W	N	W	7	3,0
18	6,6	7,4	7,2	7,1	66	58	65	63	0	0	0	?	W	W	5	3,2
19	7,1	7,4	7,1	7,2	67	56	62	62	0	0	0	W	?	S	6	1,5
20	6,8	8,0	7,5	7,4	64	59	66	63	0	0	0	SW	?	?	3	2,0
21	7,5	7,9	8,2	7,9	70	58	72	67	0	0	0	?	?	?	2	1,9
22	7,4	9,6	10,1	9,0	75	76	87	79	10	10	10	?	S	SE	4	1,3
23	10,1	9,4	10,8	10,1	93	74	91	86	10	10	10	W	NW	?	7	1,0
24	8,7	11,2	10,4	10,1	72	71	84	76	2	0	10	W	?	NW	3	1,5
25	10,1	11,2	10,2	10,5	78	68	75	74	0	0	0	W	SW	SW	1	1,2
26	9,5	11,1	11,2	10,6	82	74	83	80	2	2	10	?	?	?	0	1,6
27	10,2	12,2	11,3	11,2	91	84	80	85	10	8	10	?	SW	?	3	0,9
28	11,4	11,9	12,3	11,9	93	84	93	90	10	8	10	SE	E	SE	8	0,6
29	11,4	12,0	11,3	11,6	91	89	90	90	8	8	10	E	SE	SE	9	0,4
30	10,4	10,1	8,6	9,7	85	68	67	73	9	6	0	S	?	SE	6	0,8
31	9,6	10,1	10,3	10,0	71	70	81	74	5	3	0	W	?	W	6	2,1
	9,6	10,0	10,0	9,9	76	66	75	72	5	4	4				5	2,1

Tens. del vapor acq. mass. 14,8 mm g. 8
» » » » min. 4,6 » 14
» » » » media 9,9

Umidità relativa mass. 93 g. 23, 28
» » min. 42 » 14
» » media 72

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2	1	4	8	6	14	20	4

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 4

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

NOVEMBRE 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada						Precipitazione pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	760, 8	760, 1	760, 4	760, 4	13, 3	13, 6	13, 4	15, 3	12, 0	13, 5		
2	760, 4	760, 5	761, 5	760, 8	12, 7	14, 3	13, 6	14, 6	12, 0	13, 2		
3	761, 1	759, 7	759, 2	760, 0	13, 4	13, 8	13, 3	14, 6	12, 6	13, 5		
4	758, 1	756, 4	755, 9	756, 8	13, 2	14, 7	14, 3	14, 8	12, 8	13, 8		
5	753, 5	752, 1	751, 0	752, 2	13, 2	14, 5	13, 8	14, 6	12, 8	13, 6	7, 2	pioggia
6	743, 6	744, 8	747, 8	745, 4	12, 6	12, 8	12, 2	14, 0	11, 5	12, 6	5, 0	pioggia
7	745, 7	744, 6	746, 4	745, 6	12, 9	10, 6	10, 3	14, 0	10, 3	11, 9		
8	752, 2	752, 8	754, 6	753, 2	10, 2	14, 9	12, 2	14, 9	9, 2	11, 6		
9	756, 8	756, 4	756, 8	756, 7	9, 4	13, 8	12, 0	14, 1	7, 1	10, 6		
10	756, 6	756, 0	757, 4	756, 7	10, 2	11, 6	11, 6	12, 2	10, 2	11, 0	0, 3	pioggia
11	758, 4	757, 7	757, 8	758, 0	10, 4	11, 9	11, 4	12, 3	10, 1	11, 0		
12	757, 1	754, 7	752, 8	754, 9	11, 0	16, 4	16, 3	17, 3	10, 5	13, 8		
13	747, 9	742, 5	743, 1	744, 5	17, 3	17, 5	14, 4	18, 9	12, 7	15, 8	9, 6	pioggia
14	746, 2	746, 4	747, 0	746, 5	14, 0	16, 2	12, 4	16, 7	11, 4	13, 6		
15	747, 6	747, 7	750, 8	748, 7	11, 0	14, 2	11, 7	14, 5	9, 1	11, 6	1, 3	pioggia
16	754, 9	753, 4	754, 7	754, 3	7, 5	12, 0	10, 4	12, 5	6, 9	9, 3		
17	758, 9	759, 3	760, 7	759, 6	10, 6	11, 8	9, 9	12, 5	7, 9	10, 2		
18	763, 2	763, 5	763, 6	763, 4	9, 0	12, 4	10, 7	12, 7	7, 4	10, 0		
19	763, 5	762, 6	763, 6	763, 2	9, 9	9, 4	8, 4	11, 0	7, 4	9, 2		
20	766, 7	765, 8	766, 4	766, 3	7, 0	10, 4	7, 4	11, 3	5, 8	7, 9		
21	766, 7	765, 8	765, 9	766, 1	5, 0	7, 4	6, 8	8, 4	4, 7	6, 2		
22	764, 9	764, 0	764, 0	764, 3	6, 8	6, 6	6, 6	7, 3	5, 6	6, 6		
23	763, 4	760, 8	760, 0	761, 4	5, 6	6, 3	6, 6	7, 0	5, 1	6, 1		
24	755, 5	755, 7	756, 5	755, 9	9, 0	8, 9	8, 9	9, 8	6, 3	8, 5	7, 3	pioggia
25	756, 7	758, 0	759, 8	758, 2	7, 4	7, 4	7, 4	8, 9	7, 1	7, 7	18, 9	pioggia
26	763, 4	763, 2	763, 6	763, 4	6, 4	7, 2	7, 9	7, 9	6, 3	7, 1	3, 7	pioggia
27	761, 2	757, 6	759, 1	759, 3	7, 1	8, 0	6, 0	8, 5	6, 0	6, 9		
28	759, 1	756, 4	756, 6	757, 4	6, 2	7, 0	5, 2	7, 6	4, 1	5, 8		
29	759, 1	760, 1	762, 0	760, 4	3, 3	6, 8	6, 2	7, 0	1, 1	4, 4		
30	763, 3	762, 5	762, 6	762, 8	4, 7	10, 2	6, 4	10, 3	0, 6	5, 5		
	757, 6	756, 7	757, 4	757, 2	9, 7	11, 4	10, 3	12, 2	8, 2	10, 1	53, 3	

Altezza barometrica massima 766,7 (mm) g. 20, 21
» » minima 742, 5 » 13
» » media 757, 2

Temperatura massima 18, 9 (°) g. 13
» minima 0, 6 » 30
» media 10, 1

Nebbia nei giorni 1, 2. 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30.
Brina nel giorno 30.
Temporale nel giorno 13.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell' Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^{m}, 8)

NOVEMBRE 1913 — Tempo medio dell' Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	9^{h}	15^{h}	21^{h}		mm.
1	9,7	10,0	9,9	9,9	85	86	86	86	10	10	10	?	?	?	1	0,8
2	9,5	9,3	9,6	9,5	87	77	83	82	10	10	10	W	?	?	0	0,5
3	9,9	9,9	9,8	9,9	86	84	86	85	0	6	10	?	W	W	0	0,7
4	9,7	10,0	10,5	10,1	86	80	87	84	10	9	10	?	?	?	0	0,0
5	10,0	10,9	10,7	10,5	88	89	91	86	10	10	10	?	?	?	0	0,9
6	10,1	7,8	8,3	8,7	93	71	79	81	10	7	0	W	W	SW	13	1,3
7	7,2	8,1	7,3	7,5	65	84	78	76	8	10	10	SW	W	NW	9	2,6
8	5,6	5,3	4,9	5,3	60	42	46	49	0	0	0	?	?	SW	6	1,2
9	6,3	7,5	7,2	7,0	71	64	69	68	1	1	10	?	?	W	0	1,9
10	7,8	8,7	8,2	8,2	84	85	81	83	10	10	9	W	?	?	1	1,0
11	8,1	8,8	8,7	8,5	86	84	86	85	10	10	10	?	?	?	0	0,0
12	8,6	9,9	9,2	9,2	87	71	66	75	10	9	10	?	S	SW	8	1,0
13	9,1	10,0	8,0	9,0	62	68	65	65	8	9	0	SW	SW	SW	23	2,0
14	7,6	7,9	9,0	8,2	64	58	83	68	3	1	6	SW	W	NW	11	2,4
15	8,1	8,4	7,9	8,1	82	69	77	76	10	1	0	W	W	W	2	1,6
16	6,2	6,5	7,5	6,7	80	62	80	77	0	8	4	W	?	W	4	1,8
17	7,3	7,4	7,2	7,3	76	71	79	75	0	6	0	S	?	?	2	1,3
18	6,7	8,2	7,8	7,6	79	77	81	79	0	0	0	?	?	?	1	1,1
19	7,3	7,6	7,8	7,6	81	86	94	87	10	8	0	SW	W	?	3	0,7
20	6,5	8,4	7,1	7,3	87	90	93	90	7	1	10	?	?	?	1	0,0
21	6,3	7,2	7,0	6,8	97	94	94	95	10	10	10	?	?	?	0	0,9
22	6,7	7,2	6,4	6,8	91	98	88	92	10	10	10	?	?	?	1	0,0
23	6,0	6,6	6,4	6,3	88	92	88	89	10	10	10	?	?	?	0	0,0
24	7,4	7,7	7,2	7,4	86	90	85	87	9	10	10	S	W	W	3	0,8
25	6,7	6,6	7,0	6,8	87	86	91	88	10	10	10	W	W	?	1	1,4
26	6,8	6,8	6,1	6,6	94	90	76	87	10	10	10	?	?	?	0	0,0
27	5,9	6,4	6,4	6,2	78	80	91	83	0	10	10	?	?	?	0	1,2
28	5,8	6,1	5,8	5,9	82	81	87	83	0	1	0	?	?	?	0	0,4
29	5,1	6,5	6,4	6,0	88	88	89	88	10	10	0	N	?	?	1	0,3
30	5,2	6,7	6,4	6,1	82	72	89	81	0	0	0	W	?	?	1	0,5
	7,4	7,9	7,7	7,7	82	79	82	81	7	7	6				3	0,9

Tens. del vapor acq. mass. 10,9 mm g. 5
» » » » min. 4,9 » 8
» » » » media 7,7

Umidità relativa mass. 98 g. 22
» » min. 42 » 8
» » media 81

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	0	0	0	3	9	20	2

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 7

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83m, 8)

Giorni del mese	**DICEMBRE 1913** — Tempo medio dell'Europa centrale										**Precipitazione** pioggia, neve e grandine fuse	Forma delle precipitazioni
	Barometro ridotto a 0° C.				Temperatura centigrada							
	9h	15h	21h	Media	9h	15h	21h	Mass.	Min.	Media mass. min. 9h, 21h		
	mm.	mm.	mm.	mm.	o	o	o	o	o	o	mm.	
1	761, 4	759, 0	758, 7	759, 7	5, 1	10, 4	6, 2	10, 6	3, 8	6, 4		
2	758, 7	759, 3	760, 6	759, 5	2, 1	4, 9	3, 5	6, 2	0, 5	3, 1		
3	761, 7	761, 3	761, 5	761, 5	1, 2	3, 8	4, 1	4, 6	0, 4	2, 6		
4	759, 3	755, 2	754, 1	756, 2	3, 6	5, 4	4, 7	5, 6	3, 0	4, 2		
5	751, 8	751, 3	754, 7	752, 6	5, 3	8, 2	5, 3	8, 4	3, 5	5, 6	1, 6	pioggia
6	749, 4	746, 3	746, 1	747, 3	5, 0	6, 7	3, 9	6, 8	2, 8	4, 6		
7	746, 6	747, 4	751, 4	748, 5	2, 0	6, 2	4, 3	6, 4	1, 2	3, 5		
8	758, 7	760, 5	762, 9	760, 7	3, 2	6, 8	4, 4	6, 9	2, 6	4, 3		
9	763, 6	761, 8	760, 4	761, 9	3, 0	5, 6	4, 4	5, 8	1, 3	3, 6		
10	755, 1	751, 0	750, 8	752, 3	3, 6	6, 6	5, 1	6, 9	2, 7	4, 6		
11	751, 4	751, 3	754, 5	752, 4	5, 8	11, 0	4, 4	11, 1	3, 8	6, 3		
12	757, 8	757, 7	758, 0	757, 8	5, 0	6, 9	5, 6	7, 0	2, 9	5, 1		
13	757, 4	756, 6	757, 2	757, 1	4, 8	6, 8	5, 4	7, 0	4, 4	5, 4		
14	758, 5	758, 2	756, 8	757, 8	4, 6	6, 8	4, 3	7, 6	3, 5	5, 0		
15	755, 3	757, 2	759, 2	757, 2	6, 4	11, 2	6, 4	11, 6	2, 0	6, 6		
16	757, 6	757, 1	757, 2	757, 3	7, 8	10, 2	7, 3	10, 3	6, 3	7, 9		
17	756, 7	755, 9	756, 2	756, 3	5, 8	7, 4	6, 3	8, 4	3, 4	6, 0		
18	756, 7	757, 4	758, 1	757, 4	5, 0	4, 8	4, 4	6, 3	4, 4	5, 0	12, 9	pioggia
19	761, 3	762, 9	765, 3	763, 2	4, 0	3, 8	3, 4	4, 8	3, 1	3, 8	0, 6	pioggia
20	766, 7	767, 0	768, 0	767, 2	2, 6	4, 6	3, 3	4, 9	1, 2	2, 8		
21	768, 8	767, 6	766, 9	767, 8	3, 0	6, 0	4, 1	6, 2	2, 4	3, 9		
22	765, 7	764, 3	763, 2	764, 4	2, 6	5, 0	2, 8	5, 3	0, 7	2, 7		
23	759, 9	756, 2	755, 3	757, 1	— 1, 2	1, 6	— 1, 4	3, 0	— 2, 2	— 0, 4		
24	752, 5	750, 9	750, 6	751, 3	— 3, 0	0, 0	— 1, 5	0, 1	— 4, 3	— 2, 2		
25	751, 1	754, 6	759, 2	755, 0	1, 6	4, 4	3, 0	5, 0	— 1, 8	2, 0		
26	764, 6	764, 6	765, 5	764, 9	2, 7	5, 8	3, 0	6, 2	0, 3	3, 0		
27	763, 4	760, 0	758, 2	760, 5	2, 8	5, 8	5, 5	6, 0	1, 6	3, 5		
28	751, 9	745, 2	740, 7	745, 9	0, 4	10, 1	9, 5	10, 2	0, 0	5, 0		
29	735, 4	732, 8	733, 6	733, 9	3, 0	4, 0	1, 3	9, 8	1, 3	3, 8	13, 3	pioggia e neve
30	737, 6	738, 6	743, 4	739, 9	0, 8	1, 6	1, 0	2, 0	0, 6	1, 1	1, 0	neve
31	750, 1	752, 6	755, 4	752, 7	1, 0	2, 0	1, 0	2, 4	0, 3	1, 2	1, 2	neve
	756, 3	755, 5	756, 2	756, 0	3, 2	5, 9	4, 0	6, 6	1, 8	3, 9	30, 6	

Altezza barometrica massima 768, 8 (mm) g. 21
» » minima 732, 8 » 29
» » media 756, 0

Temperatura massima 11, 6 (°) g. 15
» minima — 4, 3 » 24
» media 3, 9

Nebbia nei giorni 1, 2, 3, 4, 6, 13, 14, 17, 18, 23, 24, 29.
Brina nei giorni 2, 3, 12, 13, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28.

Osservazioni meteorologiche
fatte nell'Osservatorio della R. Università di Bologna (alt. 83^{m}, 8)

DICEMBRE 1913 — Tempo medio dell'Europa centrale

Giorni del mese	Tensione del vapore acqueo in millimetri				Umidità relativa in centesimi				Nebulosità relat. in decimi			Provenienza del vento			Velocità media del vento in chilom. all'ora	Evaporazione nelle 24 ore
	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	Media	9^{h}	15^{h}	21^{h}	9^{h}	15^{h}	21^{h}		mm.
1	5,2	6,8	6,2	6,1	79	72	88	80	0	1	0	W	NW	?	0	0,8
2	4,7	6,2	5,2	5,4	87	95	88	90	10	10	10	?	?	?	0	0,5
3	4,5	6,0	5,6	5,4	91	100	92	94	10	10	10	?	?	?	0	0,0
4	5,3	6,2	6,2	5,9	90	92	97	93	10	10	10	?	E	?	1	0,0
5	5,3	5,3	5,3	5,3	80	65	80	75	8	10	0	W	W	SW	6	0,4
6	4,6	4,7	5,4	4,9	70	64	90	75	2	2	10	?	?	?	6	1,0
7	4,5	5,2	5,1	4,9	86	73	82	80	6	2	10	W	W	W	2	0,5
8	4,5	4,0	3,7	4,1	80	54	59	64	8	0	0	W	N	W	1	0,8
9	4,5	4,1	4,4	4,3	80	61	69	70	0	4	0	?	?	?	3	1,5
10	4,7	4,6	4,6	4,6	80	64	70	71	5	1	4	?	?	W	2	1,8
11	4,2	6,6	5,2	5,3	61	57	84	67	0	0	0	SW	W	?	5	1,3
12	4,3	6,6	5,4	5,4	66	81	78	75	2	0	0	SW	?	SW	2	1,9
13	5,2	6,1	5,9	5,7	81	82	88	84	2	5	6	?	?	?	3	0,9
14	5,5	6,1	5,2	5,6	87	82	84	84	0	0	0	W	?	?	3	0,7
15	4,5	4,8	4,7	4,7	62	48	65	58	0	0	0	SW	E	W	8	1,6
16	3,0	5,1	4,6	4,2	38	55	60	51	2	7	0	W	?	NW	7	2,3
17	5,0	6,0	5,8	5,6	73	77	80	77	2	10	10	E	?	?	3	1,2
18	5,3	5,8	5,8	5,6	81	90	92	88	10	10	10	W	N	W	6	1,1
19	4,7	4,8	4,6	4,7	77	80	78	78	10	10	9	?	W	NW	2	0,0
20	4,4	4,1	4,3	4,3	82	65	74	74	0	3	0	?	?	SW	1	1,5
21	3,9	4,1	4,2	4,1	69	59	69	66	0	0	0	SW	NW	SW	7	0,7
22	4,0	4,6	4,4	4,3	75	70	80	75	0	0	0	SW	?	S	1	0,6
23	3,5	3,9	4,0	3,8	84	81	98	88	10	10	10	NW	?	NW	2	gelato
24	3,4	4,1	4,0	3,8	93	89	98	93	10	10	10	?	?	?	0	gelato
25	3,8	4,8	4,3	4,3	74	77	76	76	10	3	7	W	NW	?	2	gelato
26	4,3	5,0	4,3	4,5	77	73	76	75	0	0	0	W	SE	?	3	2,4(*)
27	3,7	4,6	4,4	4,2	65	67	75	69	2	5	4	?	?	NW	1	0,9
28	4,0	4,5	5,3	4,6	85	49	60	65	8	4	6	NW	SW	SW	13	0,8
29	5,3	5,3	4,6	5,1	93	87	91	90	10	10	10	?	NW	?	8	1,1
30	4,5	4,2	4,5	4,4	92	82	90	88	10	10	10	NW	SW	?	6	0,0
31	4,4	3,8	4,0	4,1	89	71	78	79	10	9	10	NW	W	NW	5	0,5
	4,5	5,1	4,9	4,8	78	73	80	77	5	5	5				4	0,9

Tens. del vapor acq. mass. ^{mm}6,8 g. 1
» » » » min. 3,0 » 16
» » » » media 4,8

Umidità relativa mass. 100 g. 3
» » min. 38 » 16
» » media 77

Proporzione dei venti nel mese

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2	0	3	1	1	12	19	13

Media nebulosità relativa nel mese in decimi: 5

*) Comprende anche l'evaporazione dei giorni precedenti in cui l'evaporimetro rimase gelato.

LEONARDO DA VINCI

BOTANICO E FONDATORE DEL METODO SPERIMENTALE

MEMORIA

DEL

Prof. ANTONIO BALDACCI

(letta nella Sessione dell' 8 Febbraio 1914)

Alle belle forme del viso, Leonardo accoppiò quelle perfette e robuste del corpo, cosicchè tutta la sua persona appariva piena di possanza intellettuale e fisica. L' occhio grande e profondo fu in lui il più perfetto istrumento investigatore per l' interpretazione degli arcani misteri della natura : lo spirito ebbe oltremodo vivace e il ragionamento ardito e sicuro in ogni argomento più disparato del sapere umano. I vecchi biografi del sommo fiorentino sono orgogliosi di poter ricordare che talvolta egli rendevasi stravagante, dedicandosi anche ad interpretare le proprietà delle erbe e degli alberi, delle foglie e dei fiori, ma fino a noi pochi studiosi diedero importanza alla competenza straordinaria che erasi acquistato nella botanica (1).

In questo argomento io spero, perciò, non inutili le brevi note che ho ricavato dallo studio delle sue opere immortali e di quelle dei suoi biografi e comentatori. Queste note servono come introduzione alle mie ricerche sulle conoscenze di Leonardo intorno alla botanica, come risultano dai suoi Codici.

Certo, la regione ove egli nacque, la quale è una delle più ridenti d' Italia e possiede una vegetazione assai ricca e varia, dovette grandemente influire sulla sua mente osservatrice e immaginosa e ad un tempo filosofica e sperimentale. Il Monte Albano che divide le acque di Val di Nievole da quelle dell' Ombrone forma veramente una delle più pittoresche parti della nostra penisola. È supponibile che la maggior copia delle osservazioni « sugli Alberi e sulle Verdure » egli le abbia fatte

(1) Fra i principali cito: L. Courajod et Ch. Ravaisson-Mollien: Conjectures à propos d' un buste en marbre de Béatrix d' Este au Musée du Louvre et étude sur les connaissances botaniques de Léonard de Vinci (Paris, 1877). Extrait de la *Gazette des Beaux-Arts, Octobre, 1877.* — G. Uzielli: Sopra alcune osservazioni botaniche di Leonardo da Vinci, in *Nuovo Giornale botanico italiano*, Vol. I, marzo 1869, Firenze. — Idem.: Ricerche intorno a Leonardo da Vinci, Serie II, Roma, 1884. — G. B. De Toni: La biologia in Leonardo da Vinci, Discorso letto nell' adunanza solenne del R. Istituto Veneto il 24 Maggio 1903, Venezia, 1903.

nel Monte Albano che allora, più che oggi, era coperto in ogni sua parte di boscaglie e di prati, sì da renderne ancor più pittoresco che al presente il paesaggio, pur sempre magnifico, a vigne e oliveti.

Nei suoi quadri, il mondo vegetale occupa costantemente uno dei posti più notevoli ed è ritratto con la più calda realtà. Egli teneva che il pittore avesse un chiaro concetto delle forme delle piante, dalle erbe più piccole dei prati fino alle quercie gigantesche: il pittore doveva essere grande, ma ad un tempo minuto e preciso. La maggior parte dei quadri di Leonardo sono ornati di piante che ingemmano i profili dei monti e i paesaggi calmi e trasparenti nelle grandi solitudini. Il Vasari ricorda ancora il vago mazzo irrorato di rugiada che Leonardo giovanissimo aveva dipinto in un quadretto appartenente a Clemente VII e attualmente smarrito. Come nei quadri, anche nei Codici Leonardeschi s' incontrano sovente graziosi disegni di piante, di foglie e fiori.

I dipinti di Leonardo dimostrano, così, la sua speciale predilezione per le piante. Il Manzi scrisse a proposito del libro VI (degli Alberi e delle Verdure) del « Trattato della Pittura »: « In questo libro mentre l' Autore parla sovente come naturalista, e fa sulle piante osservazioni, che alla pittura non appartengono, non lascia di inserirvi dei precetti ed osservazioni su i lumi, le distanze, le diverse tinte delle piante, e molte altre cose che ai pittori dei paesi possono essere utilissime. Quel cartone di Adamo ed Eva di cui parlò con tanta lode il Vasari, singolarmente per gli alberi in esso dipinti, dimostra quanto amore avesse egli per questo genere di pittura » (1).

Nè poteva essere altrimenti per lui che aveva voluto impossessarsi dell' anatomia dell' uomo e degli animali domestici, che conosceva insetti, pesci, uccelli (intorno ai quali scrisse anche un trattato per l' aviazione), che fu sommo come pittore, scultore e architetto, idraulico e meccanico, matematico, cosmografo e geografo, chimico e fisico, letterato e poeta, e in tutto fu grande, come è grande il Genio. Le piante, con

---

(1) G. Manzi: Trattato della Pittura di Lionardo da Vinci, tratto da un codice della Biblioteca Vaticana e dedicato alla Maestà di Luigi XVIII Re di Francia e Navarra, Roma, Stamperia De Romanis, 1817, nota 49. — Fra le molte edizioni anteriori del Trattato della Pittura, questa è la prima che contenga il VI Libro. Vasari scrisse a proposito: « Li fu allogato (senza dire nè il modo, nè il tempo, ma sembra durante la dimora presso il Verrocchio) per una portiera, che si aveva a fare in Fiandra, d' oro e di seta tessuta, per mandare al Re del Portogallo, un cartone d' Adamo e d' Eva, quando nel Paradiso Terrestre peccano: dove di chiaro e scuro lumeggiato di biacca un prato di erbe infinite con alcuni animali, che in vero può dirsi, che in diligenza e naturalità al mondo divino ingegno far non la possa sì simile. Quivi è il fico, oltre lo scostare delle foglie e le vedute de' rami, condotto con tanto amore, che l' ingegno si smarrisce solo a pensare, come un uomo possa avere tanta pazienza. Evvi ancora un palmizio che hà le rotondità delle ruote della palma, lavorate con sì grande arte e meravigliosa, che altro che la pazienza e l' ingegno di Leonardo non lo poteva fare, *la quale opera altrimenti non si fece*, onde il cartone è oggi in Fiorenza nella felice casa del magnifico Ottaviano dei Medici, donatogli non ha molto dal zio di Leonardo ». — Cfr. anche: H. Ludwig: Leonardo da Vinci. Das Buch von der Malerei nach d. Cod. Vatic. herausgegeben, ubersetzt und erlautert, in drei Bänden, Wien, 1882. — Idem: L. d. V. Das Buch von der Malerei. Neues Material a. d. orig. Manuscripten, gesichtet und d. Cod Vatic. 1270 eingeordnet, Stuttgart, 1885.

la infinita dolcezza misteriosa che emanano e per il fascino che esercitano sull' uomo, non potevano che rappresentare il fondamento nel quale doveva osservare e sperimentare la sua mente divina, ed è, perciò, che le piante entrano in ogni opera artistica di lui.

« Or non vedi tu, egli dice, quanti e quali atti siano fatti dalli omini ? Non vedi quanti diversi animali, e così alberi e erbe, fiori, varietà di siti montuosi e piani, fonti, fiumi, città, edifizi pubblici e privati, strumenti opportuni all' uso umano, vari abiti e ornamenti e arti ? » Il grande si occupa non solo dei quadri che la natura offre all' uomo, ma anche di tutte le manifestazioni prodotte dall' uomo ; egli si interessa di tutto, ponendo i capisaldi del suo metodo di osservazione e di esperienza intorno ai fenomeni naturali e così diventa scienziato prima che artista, e la scienza gli serve di preparazione all' arte. Il pittore deve conoscere tutto il creato e penetrare nei suoi misteri, unendo la materia allo spirito. Egli non sapeva, che, così facendo, portava per amore all' arte la più grande rivoluzione nel sapere e apriva all' umanità la sicura via che va direttamente alla scienza. E ad essa perveniva senza fretta, sebbene a grandi salti, che sapeva poi coordinare magistralmente.

Giustamente sostiene il Séailles che la scienza moderna non comincia nè con Bacone, nè con Descartes, ma ha principio col XV secolo in Italia con Leonardo da Vinci. Bacone e Descartes sono più filosofi che scienziati. E conclude : « Dans les manuscrits de Léonard de Vinci, nous trouvons une idée de la science, de ses procédés et de son objet plus exacte que celle que s' en faisait encore Bacon. D' autre part, nous voyons le grand artiste commencer la science en savant ; son vaste génie, en se prenant à tout, s' arrête sur chaque détail, et multiplie les vérités partielles dont il marque les rapports. Ces mêmes manuscrits nous montrent qu' à cette date il n' était pas un penseur solitaire, créant de toutes pièces une oeuvre secrète, sans passé ni avenir. Autour de lui, d' autres hommes, artistes, voyageurs, gentilshommes, libres esprits de toutes sortes, avec moins d' ampleur et de génie à coup sûr, collaboraient à la même oeuvre. Les origines de la science moderne doivent être reculées jusqu' au XV^{e} siècle. J' ajoute que, comme les humanistes avaient Platon, Cicéron, Virgile, ces novateurs avaient leur ancien, un maître digne de leur choix, Archimède. L' esprit humain, pas plus que la nature, ne faut de sauts brusques. L' étude des faits montre la continuité dans le progrès. Il faut renoncer une fois pour toutes à ce préjugé que Bacon et Descartes ont inventé la science » (1).

Leonardo è precursore della scienza moderna anche perchè egli è il primo che si vale del metodo sperimentale ed è, perciò, l' investigatore scrupoloso e scientifico dell' « ingegnosa natura » : o mirabile giustizia di te primo motore (che) non ai voluto manchare a nessuna *creata cosa* (2) ». Gli errori stessi di questo precursore della scienza non possono forse svelare qualche mistero dell' anima umana e del suo modo speciale di sentire nell' età del Rinascimento ? (3)

---

(1) G. Séailles : Léonard de Vinci. L'artiste et le savant (1452-1519), 2 ed., pag. 393, Paris, 1912.
(2) Mss. Ist. di Fr. A, f. 24 r.
(3) T. Sabachnikoff : in Cod. sul Volo degli Uccelli, pag. 11, Parigi, E. Rouveyre, 1893.

Nulla egli tralasciava per l' amore della scienza. Aveva bisogno di penetrare in tutte le cose e di tutto voleva rendersi conto. Questo grande e immenso desiderio per l' investigazione e l' indole del lavoro immane che compiva per gli studi ne avevano plasmato il carattere riservato ed appartato ; Leonardo visse per la scienza, pensando e lavorando, e fuggì la vita mondana. « Pendant son séjour a Florence, le génie de Léonard s' était mûri par l' étude et dans la solitude. La fièvre qui l' excitait à percer les mystères du monde ambiant pour découvrir les secrets de la perfection, ne pouvait que condamner son oeuvre à demurer imparfaite.... Le but suprême de l' artiste était, à ses yeux, de se garder de l' inspiration inconsciente, afin de pouvoir combiner la précision avec la liberté et la liberté avec la beauté » (1).

Per vedere il mondo egli fu viaggiatore e alpinista infaticabile. Nei suoi viaggi, il grande italiano si occupava sempre di piante. Scendeva nelle forre dei fiumi, saliva i picchi dei monti, sopportava ogni specie di fatiche e di privazioni pur di godere di piante e di panorami nuovi. Il suo bisogno d' imparare non aveva confini, la sua erudizione comprendeva tutto ciò che si stendeva dalla Toscana alla Lombardia e all' Italia intera e dalla penisola all' Europa e al mondo. Egli è l' astro di primissima grandezza che, apparso mentre il Medio Evo stava per scomparire, ne toglie la fitta nebbia che sovr' esso si addensa e illumina della più vivida luce l' alba di una nuova epoca storica in cui l' Italia è maestra e donna.

Chi è mai come lui che non si contenta di vedere, ma vuole saper vedere e con « hostinato rigore » diretto dall' esperienza ? « La sperienza non falla mai, ma sol fallano i vostri giudizi, promettendosi di quella effetto tale che ne' nostri esperimenti causati non sono ». (2) E prima : « Molti mi crederanno ragionevolmente potere riprendere, allegando le mie prove esser contro all' autorità d' alquanti omini di gran reverenza, presso de' loro inesperti judizii ; non considerando le mie cose essere nate sotto la semplice e mera sperienza, la quale è maestra vera » (3). La scienza usciva allora dall' empirismo e le sue leggi suffragate dall' esperienza mostrano la grandezza di Leonardo, il quale in moltissime altre circostanze di cui abbiamo notizia nelle sue opere immortali, sostiene sempre la necessità dell' esperienza (4).

Antonio Favaro scrive : « Che se negli scritti Vinciani non si trova svolta una teoria del metodo che in lui è sperimentale nel tempo stesso che deduttiva, e la natura del suo genio e la diversità delle sue attitudini non ve lo portavano e fors' anco non l' avrebbero consentito, pure nell' opera sua, complessivamente considerata, la unità del metodo esiste, e sta nell' osservare i fenomeni, riprodurli artificialmente con l' esperienza che ne fa variare le condizioni, scoprire i loro rapporti ed applicare ad essi la misura, dedurre la legge e rappresentarla in una formula, conseguire infine la certezza deduttiva

---

(1) A. Ronna : Léonard de Vinci, peintre, ingénieur, hydraulicien (MCCCCLII-MDXIX). Extr. du Bull. d' Oct. et de Nov. de la Société d' encouragement pour l' industrie nationale, pag. 6, Paris, 1902.

(2) Codice Atlantico, 154 r.

(3) Ibid., 119 r.

(4) Cfr. A. Bozzelli in : Trattato della Pittura, pag. IV, Lanciano, Carabba, 1914.

di un principio confermato dalle sue conseguenze. Questo metodo egli non si perde a descriverlo, ma ne ha chiaro l'intuito e senza dir sempre quale debba essere e qual sia, lo mette in atto, avendo per guida quell'intenso e disinteressato amor del sapere che è una delle sue più spiccate caratteristiche, quell'amor della scienza che egli proclama « il sommo bene dell'anima » (1).

Il suo grande amore per il vero era congiunto in pari amore per il bello, ma mentre egli speculava sulla forma eletta delle cose e trasfondeva in tutte le sue opere un fascino misterioso prodotto dalla veracità del conoscere naturale, volle sempre che la ragione fosse soccorsa dai migliori criteri. Certo, la sua natura non gli consentiva sempre minute osservazioni controllate dalla esperienza, e pur avendo la mente atta tanto alla sintesi quanto all'analisi, più spesso egli si rivela interprete di leggi e di problemi: il suo desiderio è anche di applicare la teoria alla pratica, nella quale pure rifulge come un genio gigante e rappresenta un'epoca nella storia. Senza dubbio la scienza, nata con lui in Italia, acquista la più spiccata importanza; per le sue scoperte e i suoi lavori egli apre di un secolo, avanti Galileo, l'êra del pensiero moderno.

« La scienza coltivata da Leonardo si è sempre mantenuta nella realtà delle cose e delle loro armonie, che egli comprendeva senza separarne l'ideale, che ne è la continuazione; quella scienza si è sempre mantenuta nella vita, che egli voleva veramente umana. Però, anche quando una futura associazione di fisici, di matematici, di chimici e di fisiologi, sia per correggere, completare, annullare ipotesi, teorie e principi, non saranno, in generale, annullate le scoperte di Leonardo accettate fino ad ora, e tanto meno saranno rifiutati i criteri del metodo sperimentale che genialmente concepì e magistralmente applicò; perciò il nome di lui nella scienza rimarrà perenne insieme al grandissimo merito che gli è dovuto, di aver cioè, in un tempo di medioevale ignoranza, orientato la scienza della natura verso il suo degno fine » (2). Leonardo comprende la sua forza e a qualunque studio egli attenda, tanto nella scienza quanto nell'arte, disdegna qualsiasi interprete tra lui e la natura: egli chiama la « sapienza figliola della sperienza » (3).

Quando Leonardo intende di affrontare qualche difficile problema che la natura gli offre, comincia ordinariamente in questo modo a premunirsi: « tratterò tale argomento; ma prima farò alcuni esperimenti, essendo mio principio di citare prima la esperienza, e poscia dimostrare perchè i corpi sono costretti ad agire in tale o tale altra maniera. Questo è il metodo da osservarsi nella ricerca dei fenomeni della natura. Vero è, che la natura comincia col ragionamento e termina colla esperienza ; ma non importa: convienmi tenere la strada opposta; dobbiamo, come dissi, cominciare dall'esperienza, e per mezzo di questa scoprire la ragione (4) ».

---

(1) T. 2 v. — A. Favaro. Leonardo nella storia delle scienze sperimentali, in: Leonardo da Vinci, conferenze fiorentine, pag. 150, Milano, 1910. — Cfr. Dino Padelletti. Le opere scientifiche di Leonardo da Vinci. Discorso per la inaugurazione degli Studi nella R. Università di Napoli, Napoli, 1885.

(2) V. Burzagli. Leonardo da Vinci scienziato, pag. 17, Firenze, 1910.

(3) R. 1150.

(4) Cfr. E. Delecluze: Saggio intorno a Leonardo da Vinci (1452-1519), tradotto. Siena, 1844.

Investigatore di misteri, egli non poteva non lasciarsi particolarmente attrarre dalla mirabile costruzione del mondo organizzato, essendo innamorato di tutte le infinite bellezze della creazione. Così studiò l'uomo, gli altri animali e le piante e si addentrò con passione di biologo moderno a scrutare in essi le leggi che ne regolano la vita (1). Mano a mano che vengono illustrate le sue opere, appare alla luce com'egli si debba sempre più apprezzare anche come biologo, perchè egli toccò tutte le questioni più diverse riferentisi allo studio degli esseri viventi, alla zoologia, alla botanica, alla paleontologia, alla fisiologia e questa sul fondamento dell'anatomia umana e dell'anatomia comparata (2).

Nel capitolo sulla ramificazione delle piante, Leonardo confessa che si estende in ricerche, le quali non sono utili al pittore; ma non può trattenersi dal fare memoria di cose che egli aveva studiato attentamente fino dalla gioventù. Il cartone di Adamo ed Eva è uno dei suoi lavori giovanili dove sfoggia infatti le più minute avvertenze sulle erbe e sugli alberi, tutto coordinando e adattando alla natura del terreno e del paesaggio, come nessuno prima e dopo di lui, fino a molto più tardi, aveva mai fatto. Egli non poteva fermarsi in un solo campo perchè troppo vasta era la sua mente, sempre desiderosa di sapienza e dottrina, in eterna lotta con sè medesimo e la sua anima. Ma dal cartone di Adamo ed Eva sappiamo che le piante formarono i primi amori intellettuali di Leonardo, e questo è abbastanza per provare com'egli avesse la mente aperta alle investigazioni biologiche fin dalla più giovane età. « Lo studio della natura si muta in lui in un desiderio sfrenato di comprendere l'intima essenza delle leggi naturali; dà origine a profonde considerazioni, ad acuti esercizi anatomici, zoologici, botanici; fa in modo che egli si trovi in disaccordo col suo secolo. Nessuno amò la natura, tranne San Francesco, più di Leonardo; ma il poverello di Assisi l'amò col cuore, Leonardo coll'intelletto » (3). Egli dice: « (delleror di quelli chevsano la praticha sanza scientia) Quelli chessinnamoran di praticha sanza scientia son comel nochieri che en tra inavilio sanza timone obbussola che mai accerteza dove sivada » (4).

Ed era così. Egli voleva darsi ragione di ogni fenomeno e seppe ricavare meravigliosamente dall'osservazione le linee del gran vero e della divina bellezza. Io penso nuovamente che la sua mente così fervida e immaginosa nella solitaria contemplazione del creato, generasse i lampi del genio anche nell'ammirazione degli sconfinati paesaggi

(1) Cfr. A. Lanzillotti-Buonsanti: Il pensiero anatomico di Leonardo da Vinci in rapporto all'Arte, Milano, 1897.

(2) Cfr. Mathias-Duval in: I manoscritti di Leonardo da Vinci della Reale Biblioteca di Windsor. Dell'Anatomia. Fogli A, pubblicati da T. Sabachnikoff trascritti e annotati da G. Piumati, con traduzione in lingua francese, preceduti da uno studio di Mathias-Duval, pag. 20, Parigi, 1898. — Leonard de Vinci: Notes et dessins sur la Géneration et le Mécanisme des Fonctions intimes. Feuillets inédits, reproduits d'après les originaux conservés à la Bibliothèque du Château de Windsor. Paris, E. Rouveyre, MDCCCCI. Il foglio N. 8 v. porta un disegno di un seme che mostra due cotiledoni e la gemmetta nel primo stadio di sviluppo. Vi è una nota Vinciana illeggibile.

(3) P. Scardovi: Leonardo da Vinci, pag. 4, Firenze, 1910.

(4) Mss. Ist. di Fr. G., f. 8 r.

che dal Monte Albano, dove sorge Vinci, si stendono per il piano di Prato e di Pistoia e salgono da una parte all' Apennino toscano e bolognese ed alle Alpi Apuane, e dall' altra parte occupano le Valli dell' Arno, dell' Elsa e dell' Era fino al mare, con il piano di Fucecchio e di Bientina e i Monti Pisani nel gran mezzo. Quell' ambiente naturale fu ad ogni modo il primo che formò ed educò l' animo di Leonardo. Il resto di cui aveva bisogno gli venne dal tempo, il solo maestro che egli, il Genio, dedicò tutto al risveglio del sapere e dell' arte.

Certo, dalla contemplazione del creato in mezzo ai paesaggi che si aprivano al suo occhio malinconico e scrutatore, è facile il passo all' osservazione di quanto lo circondava intorno, e sopratutto delle piante che adorava anche molto per l' arte, per la quale principalmente visse. E tale doveva essere l' attenzione che poneva sulle piante e sugli animali che divenne eziandio raccoglitore. Il Vasari racconta come egli, per amore del vero, avesse « raccolti celatamente nel suo studio ogni sorta d' insetti e rettili schifosi, » ma siccome disegnò dal vero anche un' infinità di piante e di fiori (1) di cui si valeva nell' inverno, è certo che raccolse e conservò pure molte cose vegetali. Ciò il Vasari non dice, limitandosi a ricordare che portò ad « una sua stanza, dove entrava se non egli solo, lucertole, ramarri, grilli, serpe, farfalle, locuste, nottole ed altre strane spezie di simili animali » (2). Indubbiamente, Leonardo risulta così il più antico collezionista.

« Je trouve dans ses manuscrits ; des fleurs et des feuilles dont tous les détails, découpures des limbes, direction des nervures, pétales, étamines, sont rendus avec una telle exactitude qu' aucune description ne vaudrait ces images. Ces études patientes relevent à la fois de la science et de l' art. (3). Fra le tavole pubblicate dal Gerli (4) e dal Vallardi (5), la XVI, l' ultima, riguarda disegni di fiori (6). Pare che questi servissero per lo studio del quadro della Concezione, in cui simili fiori si veggono, oppure di altri quadri. Da questi disegni (cfr. anche in Cod. Ist. di Fr. B., f. 14 r. il disegno di una pianta di *Viola tricolor* var.) appare come egli si occupasse dei più minuti dettagli anche come botanico, la qual cosa palesa che un certo numero di piante di cui aveva bisogno non doveva mai mancargli. La precisione e la finezza che seguiva nel disegno dei fiori e delle piante in genere non sono state mai raggiunte da alcun altro.

---

(1) G. Amoretti: Memorie storiche sù la vita, gli studi e le opere di Leonardo da Vinci (trovansi come introduzione nel « Trattato della Pittura » pubblicato dalla Società de' Classici Italiani, Milano, 1804), pag. 79.

(2) G. Vasari: l. c.

(3) G. Séailles: l. c., pag. 271.

(4) Disegni di Leonardo da Vinci incisi e pubblicati da Carlo Giuseppe Gerli Milanese, Milano, presso Giuseppe Galeazzi, 1784.

(5) Disegni di Leonardo da Vinci incisi sugli originali da Carlo Giuseppe Gerli riprodotti con note illustrative da Giuseppe Vallardi, Milano, presso gli editori Pietro e Giuseppe Vallardi, 1830.

(6) Questi disegni sono di facile determinazione; i fiori di Viola mammola sono cinque in diversi stati di fioritura; i fiori di Pero sono più numerosi ed eziandio in diverse età di sviluppo, e via dicendo. Una specie di *Briza* è fatta con somma diligenza e verità.

Nel gran Codice (f. 72 v.) esiste un disegno di foglia di Salvia, tratto da impronta col nero di fumo, secondo il metodo che fu poi pubblicato nel secolo XVI dal Boyle. Altre impronte si trovano qua e là in altri Codici, la qual cosa conferma che Leonardo teneva a conservare le forme che gli abbisognavano; e ciò è pure motivo per attestarlo collezionista. Forse non potremo mai sapere se egli avesse un erbario come se ne incominciano a vedere nel secolo XVI° con le piante agglutinate sulle carte. Fino a prova in contrario, egli fu soltanto collezionista, o, meglio, raccoglitore, ma non ordinatore di piante in erbario.

Forse con foglie e fiori e rami raccolti in casa intendeva di tenere sott'occhio quanto gli occorreva: vedendo come la raccolta andava a deperimento, pensò anche di assicurare su carta, con l'impronta, le forme ed i particolari delle foglie di diverse piante poichè (modificando un metodo che probabilmente gli era stato insegnato da altri, e che più tardi si legge ripetuto in molti ricettari e libri di segreti), accanto alla foglia di Salvia impressa in nero di fumo su carta bianca, lasciò scritto: « questa carta si debbe tignere di fumo e di candela temperato con colla dolce, e poi imbrattare sottilmente la foglia di biacca ad olio, come si fa alle lettere in istampa, e poi stampire nel modo comune, e così tal foglia parrà nombrata ne' cavi e alluminata nelli rilievi, il che interviene quì in contrario ». Erano i primi tentativi di quella riproduzione immediata delle parti vegetali, che, poi, sotto il nome di « impressione naturale », fu condotta a tanta perfezione ai nostri tempi (1).

Intorno a Leonardo però sono possibili le più clamorose scoperte. È ben noto che all'infuori del « Trattato della Pittura », pubblicato dopo la sua morte, quasi tutto il resto delle sue opere giunse pressochè ignoto fino a noi. « Il trattato dell'Anatomia, quello del moto locale e delle percussioni, le ricerche di meccanica, gli studi di ottica, gli scritti sul canale della Martesana, sulla botanica, sulle geologia, sul volo degli uccelli, dimenticati subito dopo la morte di Leonardo rimasero lungo tempo ignorati, e difficilissimo sarebbe ora ricomporli dai frammenti che restano nei suoi manoscritti, e dei ricordi che egli prendeva quando l'esperienza e il ragionamento lo conducevano alla scoperta di difficili veri » (2). Ed ignorate rimasero tante scoperte sue, specialmente nelle scienze sperimentali, perchè egli, che era costretto a lavorare appartato dal mondo, quasi misteriosamente (in quei tempi sarebbe stato facile cadere nelle persecuzioni religiose e Leonardo, per giustificare la vita ritirata che conduceva in casa, faceva credere a preparazioni di studi e di giuochi per tenere allegre le brigate, mentre si sa che era di carattere serio), dovette necessariamente far scomparire molte cose senza lasciarne traccia alcuna, nè in iscritti nè in esperienze, o, se anche le lasciò in luoghi nascosti, andarono poi disperse come inutili; è quindi verosimile che le collezioni e l'erbario, se per caso vi fu, trovassero subito dopo la sua morte questo triste destino.

---

(1) Cfr. G. Govi in: Saggio delle opere di Leonardo da Vinci, pag. 11, Milano, Ricordi, 1872.

(2) G. Buonazia in: M. Tabarrini e G. Milanesi, Trattato della Pittura di Leonardo da Vinci, pag. XXXIV, Roma, 1890.

Interessantissimo è, ad ogni modo, a proposito di Erbario, ciò che egli lasciò scritto nel Codice S. K. M. III f. 55 del South Kensigton Museum di Londra: « Maestro Giuliano da Marliano a u (n) bello erbolaro. » Questo appellativo di *erbolaro* è riferito ad una collezione di vegetali o ad un Codice con figure di vegetali? Difficile è la risposta, ma pare a me, nonostante altri pareri (1), che Leonardo ben difficilmente avrebbe scritto di aver visto un *bello erbolaro* quando questo non fosse stato naturale. Egli era troppo esperto artista e troppo profondo conoscitore delle piante per fermarsi ad ammirare soltanto uno dei soliti *Herbaria* di figure. Ad ogni modo rimane da chiarire questo punto importantissimo se, cioè, egli formò, ebbe o vide un erbario e come questo era fatto.

Un'opera critica sul nostro grande, condotta con finissimo gusto intellettuale, comparve in Russia nel 1900. Essa è dovuta a A. L. Volinski (2), conosciuto nel suo paese anche per molte altre opere filosofiche e critiche. e rappresenta il risultato di sei anni di assiduo lavoro e di ricerche su tutte le fonti e tutti i documenti riguardanti Leonardo. Il Volinski viaggiò a questo fine l' Italia e fu naturalmente anche a Vinci, ma lavorò specialmente nell' Ambrosiana e nelle altre biblioteche e negli archivi dove si trovano le traccie della vita e dell' attività Leonardesca. Nel volume è contenuta la critica intera dell' opera del nostro sommo, e la parte che si riferise alla produzione scientifica di Leonardo è veramente importante e ci rende molto obbligati al dotto russo e alla Russia, tanto più che altri figli di quella grande nazione si sono occupati di lui con singolare fervore e con la più devota ammirazione. Questa ammirazione proviene anche dall' originalità del carattere indipendente e panteistico di Leonardo, il quale voleva la massima libertà negli studi, urtando contro il sistema dei suoi tempi che pretendevano si dovesse seguire l' andamento filosofico antico, mentre egli aveva bisogno di trasformare ogni cosa, diventando quel precursore del nostro secolo che tutti ammiriamo. « Se bene, come loro, egli scrisse, non sapessi allegare li autori, molto maggiore e più degna cosa a legger è, allegando la sperienza, maestra ai loro maestri. Costoro vanno scgonfiati e pomposi, vestiti e ornati, non della loro, ma delle altrui fatiche, e le mie a me medesimo non concedono. Me inventore disprezzeranno, quanto maggiormente loro, non inventori, ma trombetti e recitatori delle opere altrui potranno essere biasimati? È da essere giudicati, e non altamente stimati li omini inventori e interpreti tra la natura e gli omini, a comparatione dei recitatori e trombetti delle altrui opere, quanto è dall' obietto fori dallo specchio alla similitudine d' esso obietto apparente nello specchio, che l' uno per sè e qualche cosa, e l' altro è niente. Giente poco obbligate alla natura, perchè sono d' accidental vestiti, e senza il quale potrei accompagnarli infra gli armenti delle bestie! » (3) Egli osava, un

---

(1) G. B. De Toni: Frammenti Vinciani, II. Una frase allusiva a Stefano Ghisi, in Atti del R. Ist. Ven. di Sc. Lett. ed Arti Ser. VII, T. VIII, 1896-97, pag. 466.

(2) A. L. Volinski: Leonardo da Vinci, Saint-Pètérsbourg, 1900. Sarebbe una fortuna che questa bella opera venisse tradotta dal russo in italiano o in francese. — Cfr. anche dello stesso Autore: Leonardo da Vinci, Saint-Pétérsbourg, 1909 e N. Sumzov: Leonardo da Vinci, Karkov, 1900.

(3) C. A. 117, r.

secolo avanti Galileo, predicare l'esperienza come sola maestra nello studio dei fenomeni naturali e affermava la superiorità del vero in natura sui comentatori delle opere altrui.

In sostanza, Leonardo, mano a mano che penetrava nei misteri del creato, si faceva sempre più ribelle al suo tempo, fatto di falsità e di corruzione. Il suo lavoro gli indicava la via giusta da seguire. « Et tanti furono i suoi capricci che filosofando delle cose naturali attese ad intendere la proprietà delle erbe, continuando et osservando il moto del cielo, il corso della luna, et gli andamenti del sole. Perilchè fece l'animo, un concetto sì eretico che e' non si accostava a qualsivoglia religione, stimando per avventura assai più lo esser filosofo che Christiano » (1).

Un grande aiuto ebbe Leonardo dalla nascita perchè mai, a quanto sembra provato, gli passò per il capo la galanteria del suo tempo. Fin dalla giovinezza si nota in lui una certa maestà raccolta e silenziosa che impone rispetto e che impaccia. La galanteria voleva avvinghiarlo a sè, ma anche per essa fu un ribelle. Invece di perdere tempo inutilmente « attese e dilettossi de' semplici, et fu valentissimo in tirari (cioè meccanismi vari) et in edifizi d'acqua et altri ghiribizi, nè mai co l'animo suo si quietava, ma sempre con l'ingegno fabricava cose nuove ». (2) Gli scherzi, i ghiribizzi, i capricci, che raccontano di lui gli scrittori, non bastano a torgli l'apparenza astrattamente solenne dell'uomo immerso nella contemplazione della natura (3). Leonardo diceva: « Acciò che la prosperità del corpo non guasti quella dello ingegno, il pittore ovvero disegnatore debbe essere solitario, e massime quando è intento alle ispeculazioni e consiterazioni, che, continuamente apparendo dinanzi agli occhi, dánno materia alla memoria, d'esser bene riservate ». E soggiungeva: « Se tu sarai solo tu sarai tutto tuo ». (4) Disgraziatamente, ciò avvenne solo in parte perchè non ebbe mai tranquillo ozio e lunga dimora in uno stesso luogo (5).

Leonardo non sentì le difficoltà della vita, nè l'ingratitudine della patria, nè l'indifferenza dei potenti e l'invidia degli artisti sommi del suo tempo; il grande amore alla penetrazione speculativa e scientifica, lo sedusse tanto e tanto lo tenne a se, che la più gran parte della sua vita egli passò lavorando e ragionando con sè medesimo. Ancora oggi, in cui il sapere si crede tanto vasto (è certo lo è di fronte al buio del tempo che vide Leonardo), nessuno avrebbe tale corredo di studi da poter da solo afferrare, sia pure genericamente, la mole delle cognizioni da lui possedute e alle quali egli giungeva sovente per via indiretta, mentre moltiplicava e sviluppava i suoi concetti e si preparava a trarre dal cumulo delle sue note e dall'inesauribile

---

(1) Vasari: Delle Vite degli Architetti, Pittori e Scultori, ecc. Firenze, Torrentino, 1550, parti 3, in 4° piccolo, Cfr. p. 3ª pag. 556. L'ultimo periodo venne soppresso nella 2ª edizione, Firenze 1568. Cfr. Uzielli: l. c. pag. 67.

(2) Anonimo: Istorie Pistolesi, etc., col diario del Monaldi, Firenze, Tartini e Franchi, 1773, in 4, doc. LVII. Cfr. Uzielli l. c. pag. 67.

(3) C. Boito: Leonardo e Michelangelo, pag. 32, Milano, 1879.

(4) Ash. I, 27 v.

(5) G. Govi: l. c.

tesoro della sua viva esperienza una « opra ordinata » per ciascuna delle parti dell' enciclopedia scientifica cui aveva atteso (1).

Nel pensiero di Leonardo lo studio dei fenomeni della natura ebbe certo sempre grandissima parte e si addensarono a cento a cento le concezioni che lo traevano a penetrare i misteri naturali, ma che per il succedersi turbinoso e incessante di nuove idee, sempre più originali, non venivano se non accennate in note, spesso brevissime e appena interpretabili da chi legge. Egli si riservava di svolgerle, ma non gli riusciva mai di trovare il tempo perchè, mentre lo bramava per fare l' « opra ordinata », la sua enciclopedia, che raccolse tutto ciò che volle, non si arrestava mai. Ed è perciò che, in rapporto specialmente alle piante, pure accennando sovente a fatti e a funzioni, non si dilunga a discutere perchè altri problemi più gravi ed urgenti lo chiamano.

Comunque sia, egli « regarde en artiste le monde qu' il analyse en savant.... Il observe en peintre la terre dans sa parure d' arbres, de verdure et de fleurs. Il etudie la forme des arbres, la division des rameaux, l' aspect du feuillage, les jeux de la lumière et de l' ombre dans le frémissement des verdures mobiles et transparentes » (2) e gradatamente, attraverso l' arte, analizzando le meravigliose creazioni che gli stanno intorno sotto il suo bel cielo natale, prepara il primo grande capitolo immortale della scienza moderna. Perchè, se vogliamo compiere un atto di giustizia, dobbiamo dichiarare francamente che molte osservazioni di botanica fatte da Leonardo vennero nuovamente scoperte, diciamo così, molti anni dopo la morte di lui (3).

In sostanza, egli fece osservazioni di eliotropismo e di geotropismo dei rami e delle foglie, comprese l' importanza della luce solare, dell' aria, della rugiada, dell' acqua e dei sali nella vita delle piante, comprese il movimento e la funzione nutritiva dei succhi vegetali, si diede conto delle proprietà assorbenti delle foglie che chiama « tetta ovvero poppa del ramo o frutti che nascon l' anno che viene », e delle radici e via dicendo (4). Indubbiamente la fillotassi lo attrasse in modo più vivo di ogni altro fenomeno da lui osservato nelle piante, e similmente fu attento nella morfologia esteriore in genere. L' Uzielli che studiò profondamente Leonardo da Vinci e cercò di raggiungerlo nell' intimo spirito come nessuno finora ha fatto (sì che l' opera resta preziosissima ai suoi continuatori), dedicò un capitolo sopra alcune osservazioni botaniche di Leonardo da Vinci, che vide la prima volta la luce nel Nuovo Giornale botanico italiano di Firenze (vol. I. marzo 1879). Queste osservazioni vennero ricavate dal VI capitolo del « Trattato della Pittura » (5) che tratta « degli

---

(1) G. Calvi. Il Codice di Leonardo da Vinci della Biblioteca di Lord Leicester in Holkham Hall, pubblicato sotto gli auspici del R Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, Milano 1909. Introduzione.

(2) G. Seailles: l. c. pag. 269.

(3) A. Martelli: Leonardo da Vinci. Conferenza, pag. 11, Empoli, 1900.

(4) Cfr. F. Bottazzi: Leonardo biologo ed anatomico, in: Leonardo da Vinci, conferenze fiorentine, pag. 188 e segg., Milano, 1911.

(5) Cfr. Trattato della Pittura di Leonardo da Vinci con prefazione di Mario Tabarrini e pubblicata per cura dell' Unione Tipografica Editrice di Roma (1890). Con nuove note e comentario di G. Mila-

Alberi e delle Verdure », ed è la parte che contiene il maggior numero di osservazioni che si riferiscono alla botanica o riguardano le piante fra tutte le opere di lui. La fillotassi è appunto studiata in questo VI capitolo, e dimostra come egli fosse preciso osservatore e interprete di una delle più grandi e complesse leggi botaniche in onore dell' arte.

L' esame minuto dei Codici di Leonardo, al quale attendo da tempo in rapporto alla Botanica, mi darà occasione di dimostrare con l' interpretazione e il comento per ciascuna parte da lui trattata, quanto egli fosse grande *nell' amabilis scientia*, della quale fu il primo sommo maestro.

---

nesi. — Traité de la Peinture. Traduction nouvelle d' après le Codex Vaticanus avec un commentaire perpetuelle par Péladan, Paris. Sono due opere preziose per i cultori di studi Vinciani.

SULLE DEFORMAZIONI FINITE DEI CORPI CONTINUI

NOTA

DEL

Prof. PIETRO BURGATTI

letta nella 11ª Sessione 17 Maggio 1914

Questa Nota contiene una parte delle lezioni sulla teoria matematica dell'elasticità che ho dettate nel presente anno accademico; e precisamente quella riguardante la cinematica delle deformazioni finite. L'uso dell'analisi vettoriale, quale è stata elaborata negli ultimi tempi dai Prof.ri Burali Forti e Marcolongo (*), m'ha permesso non solo di dare una forma semplice a risultati notoriamente complicati; ma anche di sviluppare cotesta dottrina in una maniera nuova, e di completarla in qualche punto.

1. - Dato un corpo continuo deformabile, sia P_1 la posizione d'un suo generico punto P dopo la deformazione; lo spostamento sarà definito da

$$P_1 - P = \mathbf{s}(P).$$

Si deduce

$$dP_1 = dP + \frac{d\mathbf{s}}{dP}dP = dP + \alpha dP, \tag{1}$$

essendo α l'omografia funzione di P definita da $\alpha = \frac{d\mathbf{s}}{dP}$. Questo significa che all'elemento dP (vettore) corrisponde, nella deformazione della particella contenente P, il vettore $dP + \alpha dP$.

Il *coefficiente di dilatazione lineare* nel punto P e nella direzione dP è definito da

$$\varepsilon = \frac{\mathrm{mod}\,dP_1 - \mathrm{mod}\,dP}{\mathrm{mod}\,dP} = \frac{\mathrm{mod}\,(dP + \alpha dP) - \mathrm{mod}\,dP}{\mathrm{mod}\,dP};$$

o anche da

$$\varepsilon = \mathrm{mod}\,(\mathbf{a} + \alpha\mathbf{a}) - 1, \tag{2}$$

quando si ponga $dP = h\mathbf{a}$ ($\mathbf{a}$ vettore unitario).

(*) « Analyse Vectorielle générale » T. I e II; alla quale opera mi riferirò sempre in ciò che segue.

Il *coefficiente di dilatazione superficiale* nel punto P e nel piano normale ad $\mathbf{n}$ (vettore unitario) è definito da

$$\sigma = \frac{\mathrm{mod}(dP_1 \wedge \delta P_1) - \mathrm{mod}(dP \wedge \delta P)}{\mathrm{mod}(dP \wedge \delta P)};$$

essendo dP e δP spostamenti normali ad $\mathbf{n}$, e dP_1 e δP_1 i loro corrispondenti dopo la deformazione. Si vedrà che σ dipende solo da $\mathbf{n}$. Intanto posto $dP = h\mathbf{a}$, $\delta P = h'\mathbf{b}$, essendo $\mathbf{a}$ e $\mathbf{b}$ vettori unitari, risulta per la (1)

$$\sigma = \frac{\mathrm{mod}[(\mathbf{a}+\alpha\mathbf{a}) \wedge (\mathbf{b}+\alpha\mathbf{b})]}{\mathrm{mod}(\mathbf{a} \wedge \mathbf{b})} - 1. \tag{3}$$

Il *coefficiente di dilatazione cubica* nel punto P è definito da

$$\theta = \frac{V_1 - V}{V},$$

essendo V il volume della particella contenente P, e V_1 il volume della stessa particella dopo la deformazione. Prendendo una particella avente la forma d'un parallelepipedo, si ha evidentemente per la (1)

$$\theta = \frac{(1+\alpha)\,dP \wedge (1+\alpha)\,dP' \times (1+\alpha)\,dP''}{dP \wedge dP' \times dP''} - 1,$$

e quindi

$$\theta = I_3(1+\alpha) - 1. \tag{4}$$

Orbene, nella teoria che ci occupa *è importante eliminare dalle indicate espressioni dei coefficienti di dilatazione tutto ciò che non rappresenta una pura deformazione.* Ci si perviene mediante il seguente teorema: *l'omografia* $1+\alpha$ *è decomponibile nel prodotto d'una dilatazione per una isomeria.*

Infatti, sia γ una dilatazione e α_0 un'isomeria funzioni di P; vediamo se è possibile l'uguaglianza

$$\alpha_0\gamma = 1 + \alpha, \tag{5}$$

oppure

$$\gamma = \alpha_0^{-1} + \alpha_0^{-1}\alpha,$$

ove α_0^{-1} è l'inversa di α_0. Detto $\mathbf{u}$ un vettore arbitrario, e tenendo presenti le relazioni

$$\alpha_0\alpha_0^{-1} = 1, \quad K\alpha_0^{-1} = \alpha_0^{-1}$$

si ottiene

$$\begin{aligned}\gamma\mathbf{u} \times \gamma\mathbf{u} &= (\alpha_0^{-1}\mathbf{u} + \alpha_0^{-1}\alpha\mathbf{u}) \times (\alpha_0^{-1}\mathbf{u} + \alpha_0^{-1}\alpha\mathbf{u}) = \\ &= \alpha_0^{-1}\mathbf{u} \times \alpha_0^{-1}\mathbf{u} + 2\alpha_0^{-1}\mathbf{u} \times \alpha_0^{-1}\alpha\mathbf{u} + \alpha_0^{-1}\alpha\mathbf{u} \times \alpha_0^{-1} = \\ &= \mathbf{u} \times \mathbf{u} + 2\mathbf{u} \times \alpha\mathbf{u} + \mathbf{u} \times K\alpha\alpha\mathbf{u} = \\ &= \mathbf{u} \times (1 + 2\alpha + K\alpha\cdot\alpha)\,\mathbf{u}.\end{aligned}$$

Se ora si osserva che posto

$$1 + 2\alpha + K\alpha\alpha = \beta, \tag{6}$$

e ricordata la formula

$$\alpha = D\alpha + \frac{1}{2}\,\mathrm{rot}\,\mathbf{s} \wedge,$$

risulta

$$\beta = D\beta + \mathrm{rot}\,\mathbf{s} \wedge;$$

si ottiene subito

$$\gamma\mathbf{u} \times \gamma\mathbf{u} = \mathbf{u} \times \beta\mathbf{u} = \mathbf{u} \times D\beta\mathbf{u};$$

od anche, essendo γ una dilatazione,

$$\mathbf{u} \times \gamma^2\mathbf{u} = \mathbf{u} \times D\beta\mathbf{u}.$$

Questa, dovendo essere soddisfatta per qualunque $\mathbf{u}$, fornisce la relazione

$$\gamma^2 = D\beta; \tag{7}$$

la quale definisce la dilatazione γ in funzione di α. Le direzioni unite di γ son quelle di γ^2; quindi, indicando con I, J, k le direzioni unite di $D\beta$, si ha

$$D\beta I = lI, \quad D\beta J = mJ, \quad D\beta k = nk;$$

e per conseguenza

$$\gamma I = \sqrt{l}\,I, \quad \gamma J = \sqrt{m}\,J, \quad \gamma k = \sqrt{n}\,k.$$

Per l'esistenza di γ occorre che l, m, n siano positive; ma questo è appunto il caso.

Inversamente, è facile vedere che, se γ è definita dalla (7), la α_0 della (5) è effettivamente un' isomeria. Infati, detti $\mathbf{u}$ e $\mathbf{v}$ due vettori qualunque si ha

$$\begin{aligned}\alpha_0\gamma\mathbf{u} \times \alpha_0\gamma\mathbf{v} &= (\mathbf{u} + \alpha\mathbf{u}) \times (\mathbf{v} + \alpha\mathbf{v}) = \\ &= \mathbf{u} \times (1 + K\alpha + \alpha + K\alpha \cdot \alpha)\mathbf{v} = \mathbf{u} \times D\beta\mathbf{v} \\ &= \gamma\mathbf{u} \times \gamma\mathbf{v};\end{aligned}$$

la quale dimostra appunto l'asserto.

È noto che l'isomerie possono essere rotazioni semplici, o rotazioni combinate con una simmetria; ma qui, per la natura fisica della questione stessa, la α_0 è una semplice rotazione. Può essere chiamata *la rotazione della particella in P. La pura deformazione* è dunque rappresentata dalla dilatazione γ, definita dalla (7).

Quando $\gamma = 1$, ossia quando

$$2D\alpha + K\alpha \cdot \alpha = 0,$$

la (5) esprime che $1 + \alpha$ è una isomeria; perciò la particella non si deforma, ma cambia di posto con un moto di corpo rigido.

Riguardo alla rotazione α_0 è importante la seguente osservazione.

La terna principale di $1 + \alpha$ è la terna unita di γ. Inoltre, mediante l'operazione $1 + \alpha$ questa terna si trasforma nella terna principale di $1 + K\alpha$. E allora dalla (5) si deduce immediatamente che α_0 *è l'isomeria rappresentante la rotazione, intorno a un asse passante per P, necessaria per far coincidere la terna principale di* $1 + \alpha$ *con quella di* $1 + K\alpha$.

2. - Il teoreuia compendiato nella (5) permette appunto, come si è detto, di eliminare dalle espressioni dei coefficianti di dilatazione la parte non dipendente dalla pura deformazione; ossia, permette di esprimere i detti coefficienti, in modo esplicito, mediante la sola dilatazione γ. Infatti la (2), in virtù della (5), diventa

$$1 + \varepsilon = \mathrm{mod}\,\alpha_0\gamma\mathbf{a}\,.$$

Ma, le isomerie lasciano invariati i moduli; per conseguenza

$$(2') \qquad 1 + \varepsilon = \mathrm{mod}\,\gamma\mathbf{a}\,;$$

che è la formola cercata.

Analogamente la (3) diventa

$$1 + \sigma = \frac{\mathrm{mod}(\alpha_0\gamma\mathbf{a} \wedge \alpha_0\gamma\mathbf{b})}{\mathrm{mod}(\mathbf{a} \wedge \mathbf{b})};$$

ossia, per la proprietà fondamentale dell'operatore R (*),

$$1 + \sigma = \frac{\mathrm{mod}\big(R\alpha_0(\gamma\mathbf{a} \wedge \gamma\mathbf{b})\big)}{\mathrm{mod}(\mathbf{a} \wedge \mathbf{b})} = \frac{\mathrm{mod}(\gamma\mathbf{a} \wedge \gamma\mathbf{b})}{\mathrm{mod}(\mathbf{a} \wedge \mathbf{b})},$$

giacchè anche $R\alpha_0$ è un'isomeria. Di qui, ancora per la proprietà di $R\gamma$ (che si può chiamare l'omografia reciproca di γ), risulta

$$1 + \sigma = \frac{\mathrm{mod}(R\gamma(\mathbf{a} \wedge \mathbf{b})}{\mathrm{mod}(\mathbf{a} \wedge \mathbf{b})};$$

dalla quale, posto $\mathbf{a} \wedge \mathbf{b} = c\mathbf{n}$ ($\mathbf{n}$ ha il significato detto di sopra), si deduce

$$(3') \qquad 1 + \sigma = \mathrm{mod}\,R\gamma\mathbf{n}\,.$$

Differisce dalla (2') per lo scambio di γ in $R\gamma$.

Infine, per la dilatazione cubica si ha subito dalle (4) e (5)

$$(4') \qquad 1 + \theta = I_3\alpha_0\gamma = I_3\alpha_0 \cdot I_3\gamma = I_3\gamma\,,$$

giacchè $I_3\alpha_0$ è uguale all'unità. Abbiamo così ottenuto in una maniera semplicissima e in una forma espressiva i coefficienti di dilatazione in funzione esplicita della pura deformazione.

(*) « Analyse Vectorielle générale » T. I, pag 38.

Dalla nota relazione

$$I_3\gamma = \gamma \cdot R\gamma ,$$

si trae

$$R\gamma = I_3\gamma \cdot \gamma^{-1},$$

essendo γ^{-1} l'inversa di γ. Sostituendo in (3') e tenendo conto della (4'), si trova

$$\frac{1+\sigma}{1+\theta} = \mathrm{mod}(\gamma^{-1}\mathbf{n});$$

che è una relazione tra i coefficienti σ e θ.

3. - Presa una dilatazione γ ad arbitrio, essa non è atta in generale a rappresentare una pura deformazione finita. Perciò è importante di determinare la condizione cui deve soddisfare una γ, perchè sia atta a rappresentare una pura deformazione. Nel caso delle deformazioni infinitesime la determinazione di quella condizione, detta *condizione del Saint-Venant*, è semplice. Per le deformazioni finite la corrispondente ricerca è complicata; ma è stata fatta dal Sig. Manville, e più abilmente dal Prof. Marcolongo con gli ordinari metodi delle coordinate cartesiane (*). Con l'analisi vettoriale la ricerca diventa più rapida e sicura, e il risultato più espressivo. Qui la esporrò nella forma elegante comunicatami gentilmente dal Prof. Burali Forti.

Abbiamo visto che la γ è definita da

$$\gamma^2 = D\beta = K(1+\alpha)\cdot(1+\alpha)$$

ove $\alpha = \dfrac{d\mathbf{s}}{dP}$. Detto $\mathbf{a}$ un vettore costante arbitrario, si trae

$$\frac{d\gamma^2}{dP}\mathbf{a} = K(1+\alpha)\cdot\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{a} + \frac{dK\alpha}{dP}\mathbf{a}\cdot(1+\alpha) = D\left(K(1+\alpha)\cdot\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{a}\right);$$

ossia

$$\frac{d\gamma^2}{dP}\mathbf{a} = K(1+\alpha)\cdot\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{a} - V\left(K(1+\alpha)\cdot\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{a}\right)\wedge .$$

Ma per una formula indicata dal Prof. Pensa (**) si ha

$$V\left(K(1+\alpha)\cdot\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{a}\right) = \frac{1}{2}\left\{\mathrm{Rot}\left[K(1+\alpha)\cdot\alpha\right] - (\mathrm{Rot}\,K\alpha)\,\alpha\right\}\mathbf{a} = \frac{1}{2}\mathrm{Rot}\,\gamma^2\cdot\mathbf{a},$$

valida solo quando $\alpha = \dfrac{d\mathbf{s}}{dP}$; per conseguenza risulta

$$\frac{d\gamma^2}{dP}\mathbf{a} - \frac{1}{2}(\mathrm{Rot}\,\gamma^2\cdot\mathbf{a})\wedge = K(1+\alpha)\cdot\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{a}. \tag{8}$$

(*) Manville « Sur la déformation finie..... » (Thèse, Bordeaux 1903); Marcolongo « Le formule del Saint-Venant per le deformazioni finite. » Rend. Cir. Mat. Palermo, T. XIX, 1905.

(**) Atti Acc. Torino, Vol. XLVIII, 1912-13.

Indicheremo il 1° membro con $\lambda\mathbf{a}$, ove λ è un' operazione funzione soltanto di γ^2. Moltiplicando ambo i membri della (8) per l'omografia $R(1+\alpha)$, si ottiene

$$R(1+\alpha)\cdot\lambda\mathbf{a} = I_3(1+\alpha)\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{a};$$

ossia, applicando l'operatore K,

$$K\lambda\mathbf{a}\cdot RK(1+\alpha) = I_3(1+\alpha)\frac{dK\alpha}{dP}\mathbf{a}.$$

Detto $\mathbf{b}$ un altro vettore come $\mathbf{a}$, avremo ancora, come sopra,

$$R(1+\alpha)\cdot\lambda\mathbf{b} = I_3(1+\alpha)\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{b};$$

la quale, moltiplicata membro a membro con la precedente, dà

$$K\lambda\mathbf{a}\cdot R\gamma^2\cdot\lambda\mathbf{b} = I_3\gamma^2\cdot\frac{dK\alpha}{dP}\mathbf{a}\cdot\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{b};$$

o meglio

$$K\lambda\mathbf{a}\cdot\gamma^{-2}\cdot\lambda\mathbf{b} = \frac{dK\alpha}{dP}\mathbf{a}\cdot\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{b}.$$

Ora, usando la formula

$$I_1\,\mathrm{Rot}\,\xi\eta = I_1(\eta\,Rot\,\xi - K\xi\,\mathrm{Rot}\,K\eta)\ (\star);$$

ed osservando che per $\xi = \frac{dK\alpha}{dP}\mathbf{a}$ si ha

$$\mathrm{Rot}\left(\frac{dK\alpha}{dP}\mathbf{a}\right) = \frac{d\,\mathrm{Rot}\,K\alpha}{dP}\mathbf{a} = 0,$$

e per $\eta = \frac{d\alpha}{dP}\mathbf{b}$ si ha pure

$$\mathrm{Rot}\,K\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{b} = 0;$$

dalla precedente si deduce

$$I_1\,\mathrm{Rot}\,(\lambda\mathbf{a}\cdot\gamma^{-2}\cdot\lambda\mathbf{b}) = 0; \tag{9}$$

che è la condizione cercata.

Essa può assumere una forma migliore introducendo l'omografia σ (dilatazione) definita da

$$2V\{K\lambda\mathbf{a}\cdot\gamma^{-2}\lambda\mathbf{b}\} = \sigma(\mathbf{a}\wedge\mathbf{b}).$$

(*) Si deduce facilmente da quelle del N. 43, pag 82 dell'« Analyse Vectorielle générale » T. I.

Invero, per note formule avendosi

$$I_1 \mathrm{Rot}\,(K\lambda\mathbf{a}\cdot\gamma^{-2}\cdot\lambda\mathbf{b}) = -2\,\mathrm{div}\,V\}\,K\lambda\mathbf{a}\cdot\gamma^{-2}\cdot\lambda\mathbf{b}\} = -\,\mathrm{div}\,\sigma\,(\mathbf{a}\wedge\mathbf{b}) = \\ = -\,\mathrm{grad}\,\sigma\times(\mathbf{a}\wedge\mathbf{b}),$$

la precedente condizione diventa

$$\mathrm{grad}\,\sigma = 0\,; \tag{9'}$$

giacchè **a** e **b** sono arbitrari. Essendo σ una dilatazione, questa (9') equivale anche a [1]

$$\sigma = \mathrm{Rot}\,K\,\mathrm{Rot}\,\gamma^2;$$

la quale in coordinate cartesiane si traduce nelle condizioni trovate dal Marcolongo (*).

4. - Data una γ atta a rappresentare una pura deformazione, si presenta il problema di determinare effettivamente lo spostamento **s** di ogni punto P. Per le deformazioni infinitesime il problema può essere risoluto semplicemente come fece vedere il Beltrami, e in modo più esplicito il Volterra; ma per le deformazioni finite s'incontrano difficoltà non lievi.

Concettualmente possono esser superate, e in modo semplice, mediante il teorema del n.° 1 e la formula (8). Infatti, dal teorema espresso da

$$1 + \alpha = \alpha_0\gamma\,, \tag{5}$$

si deduce

$$\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{a} = \alpha_0\frac{d\gamma}{dP}\mathbf{a} + \left(\frac{d\alpha_0}{dP}\mathbf{a}\right)\gamma\,,$$

ove **a** è un vettore costante arbitrario. Moltiplicando ambo i membri per $\gamma\alpha_0^{-1}$, ed osservando che

$$\gamma\alpha_0^{-1}\frac{d\alpha}{dP}\mathbf{a} = K(1+\alpha)\frac{d\alpha_0}{dP}\mathbf{a}\,,$$

risulta in virtù della (8)

$$\lambda\mathbf{a} - \gamma\frac{d\gamma}{dP}\mathbf{a} = \gamma\alpha_0^{-1}\left(\frac{d\alpha_0}{dP}\mathbf{a}\right)\gamma\,.$$

Ma

$$\lambda\mathbf{a} = \frac{d\gamma^2}{dP}\mathbf{a} - \frac{1}{2}\mathrm{Rot}\,\gamma^2\cdot\mathbf{a}\wedge = \frac{d\gamma}{dP}\mathbf{a} + \left(\frac{d\gamma}{dP}\mathbf{a}\right)\gamma - \frac{1}{2}\mathrm{Rot}\,\gamma^2\cdot\mathbf{a}\wedge$$

per conseguenza, posto

$$\left(\frac{d\gamma}{dP}\mathbf{a}\right)\gamma - \frac{1}{2}\mathrm{Rot}\,\gamma^2\cdot\mathbf{a}\wedge = \omega\mathbf{a}\,,$$

---

[1] « Analyse Vectorielle générale » pag. 133, formula (5).

(*) Memoria citata.

si ha

$$\omega\mathbf{a} = \gamma\alpha_0^{-1}\left(\frac{d\alpha_0}{dP}\mathbf{a}\right)\gamma\,;$$

ossia

$$\gamma^{-1}\cdot\omega\mathbf{a}\cdot\gamma^{-1} = \alpha_0^{-1}\left(\frac{d\alpha_0}{dP}\mathbf{a}\right);$$

la quale, insieme al fatto che α_0 è una isomeria, determina effettivamente α_0 in funzione di γ; e quindi, per la (5), la α; e infine lo spostamento $\mathbf{s}$ mediante una quadratura.

DETERMINAZIONI QUALITATIVE E QUANTITATIVE

DEI

LIPOIDI CEREBRALI NELLA NARCOSI CLOROFORMICA

NOTA I.

SAGGIO SPERIMENTALE

DELL' ACCADEMICO BENEDETTINO

Prof. IVO NOVI

DIRETTORE DELL' ISTITUTO DI FARMACOLOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

(Letta nella Sessione dell' 8 Febbraio 1914).

I. La meccanica dei farmaci.

I farmaci esercitano sull'organismo e sui tessuti azioni biologiche molto diverse a seconda dello stato di salute o di malattia in che l'organismo stesso si trova, a seconda delle dosi, a seconda delle vie e delle maniere di somministrazione, a seconda di un cumulo di circostanze, che possono sconvolgere profondamente l'intensità dell'azione, la meccanica, l'effetto biologico o terapeutico medesimo.

Di rado ad effetti biologici o terapeutici eguali corrispondono eguali azioni chimiche e fisiche sui tessuti ed organi. La maggior parte dei medicamenti è chimicamente indifferente, non può produrre dal punto di vista chimico nessuna notevole modificazione nei tessuti e le azioni rispettive spesso si producono per dosi così piccole che non può neppure pensarsi ad influenza dei rapporti stechiometrici.

I fenomeni di disintegrazione per disidratazione, per doppia decomposizione che da molti anni dimostrai per opera specialmente del cloruro sodico 1), la liberazione e perdita di calce, di magnesia, di potassa, di soda, che fu dimostrata in circostanze varie dalle mie esperienze 2) e da quelle di parecchi miei allievi 3), sono fatti che si verificano ben rari in confronto di quelli cui assistiamo per la massima parte dei medicamenti, che possiedono azioni biologiche propriamente tali e dirette sul protoplasma cellulare. Così per esempio le azioni meravigliose ben localizzate e determinate, che si estrinsecano sopra certi organi e tessuti per opera degli alcaloidi.

Afferma il Tappeiner 4) che gli alcaloidi probabilmente producono modificazioni passeggere della struttura colloidale del protoplasma cellulare e che l'intervento di una particella di medicamento nel gran numero di molecole di elevatissima composizione, quali sono quelle dei corpi albuminosi, delle lecitine e simili può alterare l'edificio molecolare come un grano di sabbia può arrestare il complicato meccanismo di un orologio.

Il paragone non ci dice in verità nulla di chiaro e di tangibile, ma ci mette in vista condizioni in cui finora l'analisi chimica fisica non ci illumina affatto sul modo di agire di taluni farmaci, come essa non ci spiega il modo di agire dei prodotti dovuti alle secrezioni interne, alle complicatissime elaborazioni dei processi immunizzanti, alle misteriose influenze degli ormoni.

Ma se anche nei limiti del noto cerchiamo di renderci conto del meccanesimo col quale agiscono sostanze che possiedono un medesimo effetto terapeutico e biologico, come ad esempio gli antisettici, noi vediamo che i meccanesimi rispettivi sono quanto mai disparati e che talora un effetto finale antisettico non esprime affatto una diretta influenza del farmaco, ma un'azione indiretta lontanissima, che nel momento in cui si produce non ha nulla a che vedere col farmaco introdotto.

Ricordo per esempio l'iniezione endovenosa del sublimato in dosi singole di 1 centigramma contro varie forme di piemia, secondo la indicazione data dal Baccelli.

Chi può mai pensare che quel centigramma di sublimato, il quale sparso nel torrente della circolazione sanguigna, dato che qua o là non si perda, formerà una diluizione di 1 in 500 mila circa, possa anche esercitare una azione antisettica o simile all'antisettica, mentre è noto dalle esperienze del Behring che la presenza del siero di sangue toglie al sublimato la massima parte della sua azione antisettica?!

E pure con questo mezzo si è ottenuto qualche buon effetto, sembra anzi che parecchi buoni risultati si siano avuti da cure di questo genere, per quanto sia illogico il credere ad una reale e diretta azione antisettica di questo sublimato sui germi che mantengono determinate forme di piemia!

Nel fatto si è potuto osservare che in questi casi e per effetto del sublimato si produce un cospicuo aumento della fagocitosi, alla quale può attribuirsi il vantaggio osservato.

Ecco dunque una sostanza indubbiamente antisettica, che anche in fuori di una speciale azione, quale potrebbe essere l'antisifilitica, opera una disinfezione prendendo una via del tutto indiretta.

L'importantissima serie di farmaci che sono detti « ricostituenti » ci offre un altro eloquente esempio di azione indiretta. Il ferro che dovrebbe possedere un'azione sostitutiva, perchè la costituzione del sangue ce la indica, il fosforo che dovrebbe compensare specialmente coi numerosi preparati organici, che inondano il mercato farmaceutico, alle perdite, alle deficienze, ai bisogni del sistema nervoso, io non credo che abbiano cotesto ufficio semplice e diretto.

Il nostro organismo si trova costantemente provveduto di preparati organici di ferro e di fosforo dagli alimenti, che nello stato di salute gli somministrano il materiale più adatto per compensare alle sue perdite fisiologiche. Le condizioni varie più o meno artificiose che si sono credute idonee ad impedire l'*utilizzazione* del ferro e del fosforo alimentare non hanno retto alla critica sperimentale, nè si comprende come l'organismo che non sappia profittare di questo ferro e di questo fosforo organico, sia poi in caso di far tesoro di tutte le altre sostanze alimentari altrettanto necessarie ai suoi bisogni quanto il ferro e il fosforo!

Noi crediamo invece che ferro e fosforo, quest'ultimo specialmente sotto forme organiche, più che sotto forma minerale, che ha altra più intensa azione, siano eccitatori di funzioni, siano agenti piuttosto che mezzi.

È noto che il ferro nell'inizio della sua azione terapeutica aumenta il numero dei globuli rossi e non già il rispettivo valor globulare, perchè solamente in un secondo tempo l'emoglobina aumenta, l'emoglobina che è l'elemento che richiede ferro. Il fosforo, come io e alcuni miei allievi 5) dimostrammo per la fitina (sale calcico magnesiaco dell'acido inosit-fosforico), produce una diminuzione delle perdite di fosforo e anche di azoto, donde un notevole risparmio dell'organismo.

Ciò è ben tutt'altro che un deposito di materiale preparato per diventar cervello, nervi e nuclei cellulari, è il caso di un'amministratore che impedisce le perdite non già di quello che paga i debiti.

Gli esempi mi porterebbero lontano dalla mia esposizione, che riguarda particolarmente i narcotici, ma ho voluto trattenermi sopra confronti per dimostrare che non ai soli narcotici spettano diverse e spesso inspiegabili maniere di agire, ma anche ad altri che sembrano di una semplicità primitiva.

Le azioni dei narcotici, comprendendo sotto questo termine farmaci, che di fatto hanno varia graduazione di effetti sia per la loro localizzazione, sia per la intensità, sia per il modo di introduzione, sia per l'uso, non possono rappresentarsi sopra un medesimo schema meccanico. Dalla morfina al cloralio, all'alcool, al cloroformio, al solfato di magnesio, si intravedono meccanesimi molto diversi, che le diverse teorie sull'azione dei narcotici non valgono a mettere in evidenza.

Neppure per i soli ipno-anestetici può ammettersi eguaglianza di meccanesimo. Il protossido d'azoto non funziona come l'etere o il cloroformio e neppure questi due farmaci, che hanno un uso differente solo in ragione delle rispettive azioni accessorie, possono ritenersi atti a svolgere lo stesso meccanismo d'azione.

Sostanze che producono l'arresto funzionale o il sonno dei centri nervosi, specialmente superiori, evidentemente devono esercitare un'azione biologica, quale essa sia, sopra gli elementi di cui il sistema nervoso risulta.

Una serie numerosa di sperimentatori genialissimi fra i quali basti il citare il Liebig, l'Hermann, lo Schulinus, Lallemand, Perrin e Duroy, Bibra ed Harless avevano fissato la loro attenzione sui rapporti che dovevano esistere fra i narcotici o almeno certi narcotici e le sostanze grasse che si trovano abbondanti nel sistema nervoso e rappresentano componenti integrali importantissimi anche nelle cellule di tutti i tessuti e specialmente nei loro nuclei.

Oggi dopo la designazione dell'Overton siamo soliti chiamare con termine generale tutte queste sostanze col nome di « lipoidi » e lo studio di questi ha preso una grande e forse esagerata diffusione.

Importante si dimostra uno studio particolare di detti corpi per la loro diffusione in rapporto con la costituzione chimica, piuttosto che una determinazione quantitativa complessiva che poca luce può procurare nella interpretazione di fenomeni quanto mai complicati.

II. Meccanica dei narcotici specialmente in rapporto con le sostanze lipoidi.

Se i narcotici hanno relazioni particolari di affinità, di dissoluzione, di assorbimento coi lipoidi è ovvio che la ricerca della distribuzione, della composizione e della importanza di questi corpi nel sistema nervoso e nei tessuti debba premettersi a qualunque altro esame in proposito.

Fra i lipoidi hanno un valore speciale e diverso anche dal punto di vista biologico oltre che da quello chimico e fisico chimico alcuni, che vengono distinti massimamente dal punto di vista del loro contenuto in fosforo e azoto in confronto dei grassi e della colesterina.

Sono certamente interessanti anche certi dati d'insieme che stabiliscono l'importanza generica di questi prodotti, come si è fatto per esempio per la dimostrazione del valore dei componenti minerali degli alimenti prima di distinguere la rispettiva azione dell'uno o dell'altro di essi.

Sono note in proposito le classiche esperienze del Foster sull'esito letale di una alimentazione priva di sali e noti sono i tentativi per formare un cibo artificiale che risultasse di tutti gli elementi che si trovano negli alimenti naturali.

Per i lipoidi si è creduto che l'organismo ne richiedesse la presenza negli alimenti e mentre è noto che una dieta del tutto priva di grassi in genere non può ritenersi perfetta in quanto richiede un maggior contenuto di altri costituenti per esempio degli albuminoidi, si è ritenuto che nello stesso processo digestivo i lipoidi esercitassero una particolare funzione che rendesse necessario il loro intervento.

Le determinazioni eseguite da Osborne, Mendel e Ferry 6) hanno dimostrato che almeno per i topi la alimentazione e lo sviluppo corporeo può compiersi perfettamente formando alimenti artificiali e cioè costituiti dai singoli elementi nutritivi allo stato di purezza senza l'intervento di lipoidi.

Lo Stepp 7) invece ha dimostrato precisamente nei topi che non si riesce ad alimentarli, nutrendoli con un cibo a loro congruo e consueto, ma privato di lipoidi mediante estrattori Soxhlet con alcool o con etere. Anche una ebullizione prolungata in alcool o in etere toglie all'alimento un materiale che si dimostra necessario e che se pure venga aggiunto al cibo non lo rende per questo sufficiente all'alimentazione.

In tutti questi casi i topi muoiono di inanizione e ciò può impedirsi solamente se la estrazione sia fatta a bassa temperatura, nel qual caso l'aggiunta del materiale estratto può dare al cibo quanto occorre perchè esso divenga sufficiente. Lo Stepp descrivendo gli effetti di alimentazione resa così insufficiente, li paragona a quelli di una infezione da Beri-Beri.

In conchiusione tuttavia delle sue esperienze lo Stepp non può asserire la necessità di certi lipoidi, perchè neppur l'aggiunta di lipoidi non alterati impedisce sempre il danno e perchè la ebullizione in acqua o in alcool può alterare oltre ai lipoidi anche e ben altri costituenti alimentari, di cui senza dubbio vi è necessità nella alimentazione normale.

Alcune prove già si possiedono di determinazioni quantitative e qualitative di vari lipoidi nel sangue, prove anche che tendono a stabilire qualche rapporto con casi patologici.

Così Grimbert e Laudat 8) dopo aver determinato che un litro di siero di sangue umano conteneva in 3 casi:

	Colesterina	Lecitina	Grassi neutri e acidi grassi liberi
1°	1,65	1,26	1,70
2°	1,74	1,19	2,24
3°	2,60	2,10	4,46

hanno eseguito determinazioni in casi di nefrite ed hanno trovato in questi una maggior copia di tutti i lipoidi, massima poi in uno nel quale si trattava anche di infezione sifilitica

	Colesterina	Lecitina	Grassi neutri e acidi grassi liberi
1° nefrite	3,05	2,24	3,66
2° nefrite	4,70	2,06	7,85
3° nefrite e sifilide	5,54	4,62	10,49

Nel cervello secondo il Linnert 9) la composizione in generale è abbastanza costante anche considerata in diversi animali e cioè: coniglio, gatto, cane, maiale, bue, cavallo, uomo, scimmia.

Questa costanza è riferita dal Linnert al rapporto fra sostanza secca cerebrale, lipoidi totali e di taluni gruppi.

Così egli vide che la corteccia cerebrale, che come è noto è più ricca di acqua che non la sostanza bianca, è invece più povera di colesterina.

Secondo lo stesso Linnert nella sostanza bianca oltre al trovarsi maggior quantità di colesterina, si riscontra anche maggior copia di fosfatidi non saturi, i quali però non possono ritenersi rappresentati dalla lecitina, bensì da cefalina e mielina.

Lo stesso Linnert col Kirschbaum e sotto l'indirizzo del Fränkel 10) ha eseguito determinazioni del contenuto di colesterina nell'encefalo umano valendosi del metodo del Windaus e cioè della precipitazione con digitonina. Le determinazioni fatte sulla sostanza fresca hanno dato per la corteccia 1,15 %, per la sostanza bianca 2,47, per il cervelletto 1,31, per il ponte e il midollo allungato 4,03.

Questi risultati corrispondono alla funzionalità delle parti rispettive e alle osservazioni precedentemente fatte.

Il Kutanin 11) ha studiato in molte specie di animali il contenuto di fosforo e di azoto del cervello e cioè nel gatto adulto e neonato, nel topo adulto e neonato, nel bue e nel vitello, nel maiale e nel porcellino di latte, nel cavallo, nel coniglio, nella scimmia, nell'uomo, nella rana, nel salmone, nel lepre, nella talpa, nella pecora, nell'anitra, nel piccione, nel pollo, nel gallo di montagna, nel co

Si è trovato che per cento di sostanza secca cerebrale il fosforo si aggira intorno a 1,6, mentre l'azoto presenta grandi oscillazioni essendo di 8,2 il valore medio.

In generale Carbonio e Azoto sono più abbondanti nell'età giovine, che in quella adulta,

la colesterina oscillerebbe intorno al 9 % e quanto alla lecitina afferma l'autore che non si può fare assegnamento sul metodo di estrazione.

Un'altra serie di ricerche riguardanti il fosforo contenuto nella sostanza cerebrale, estesa anche particolarmente al contenuto dei lipoidi è stata fatta da Dhérè e Maurice 12); le ricerche avevano però lo scopo di determinare le variazioni prodotte dal crescere dell'età nei cani.

Il risultato delle prove da questo punto di vista fu che il fosforo totale della sostanza nervosa scema con l'avanzare dell'età.

Così mentre in 100 parti di sostanza nervosa secca di un cane di 4 settimane d'età si trovavano 1,24 di fosforo, nella stessa quantità di sostanza nervosa di un cane di 8 anni non se ne trovarono che 0,42.

Questa determinazione riguarda il fosforo totale, che dunque scema con l'avanzar dell'età, mentre cresce il fosforo dei lipoidi e molto più quello della nucleina.

Queste osservazioni meritano certamente ulteriore conferma e del resto presentano una grande verisimiglianza sapendosi le condizioni di sviluppo del sistema nervoso nelle sue diverse parti, che hanno anche composizione determinata.

Mayer e Schaeffer 13) che in pubblicazioni precedenti hanno comunicato i risultati delle loro determinazioni di colesterina e grassi nei tessuti, hanno voluto procedere a determinazioni riguardanti particolarmente altri lipoidi.

Si sono dati quindi come prima prova al dosamento dei fosfatidi, ma, visto che nello stato attuale delle nostre conoscenze una tale determinazione è poco sicura hanno modificato la loro tesi proponendosi di cercare se il fosforo legato ai lipoidi fosse una costante caratteristica di ogni tessuto.

Essi hanno prima estratto gli organi con alcool e il residuo secco di questa estrazione è stato alla sua volta estratto con etere, che lascia indietro varie sostanze insolubili.

Sebbene le ricerche di questi autori non riguardino il sistema nervoso, ma per ora solamente il fegato, il rene, il polmone, il pancreas, i muscoli, i genitali, il loro risultato merita attenzione in quanto si è trovata una certa costanza nel contenuto di fosforo dei lipoidi così estratti. Esso è più abbondante nel rene e nel fegato che non nei muscoli e fra le diverse specie animali non vi è differenza molto notevole, anzi secondo Mayer e Schaeffer il rapporto del fosforo dei lipoidi al peso dell'organo fresco è una costante che caratterizza la specie cellulare cui l'organo appartiene.

È notevole inoltre che secondo queste ricerche le medie del contenuto dei lipoidi in fosforo non variano nè nella inanizione, nè nella sovralimentazione.

Una costanza simile era stata trovata dagli stessi autori per la colesterina, alla quale pure oltre che ai fosfatidi spetta una importanza molto notevole e che vediamo ben delinearsi anche in condizioni patologiche.

Così il Lemoine 14) ha trovato che le pareti vasali dei tubercolosi contengono piccola quantità di colesterina e ne contengono invece quantità elevate negli arteriosclerotici.

In questo caso però le oscillazioni sono molto cospicue da individuo a individuo.

E appunto negli ateromatosi ha dimostrato il Windaus 15) che la colesterina ed

i suoi eteri aumentano di molto dallo stato normale. Mentre nelle arterie normali la colesterina libera variava da 0,119 a 0,103 per cento di tessuto esaminato, diventava questo rapporto nelle arterie ateromatose di 0,741 a 0,673.

Gli eteri di colesterina da 0,047 a 0,032 in casi normali salirono a 1,053 e 0,792 nei casi di ateroma.

Queste osservazioni dimostrano l'importanza estrema che i lipoidi assumono, importanza che si accresce ancora di più quando si considerino le varie specie di lipoidi e specialmente la colesterina in confronto coi fosfatidi in genere, che nel sistema nervoso sono contenuti in copia notevole e rappresentano lo sviluppo speciale della sua parte più nobile, cioè del complesso cellulare.

Non è d'oggi certamente la tesi se i narcotici raggiungano i lipoidi del sistema nervoso ed agendo sopra di essi compiano l'effetto farmacologico e terapeutico che conosciamo!

Fin dal 1847 Bibra ed Harless 16) pubblicavano un lavoro riguardante esperienze eseguite mediante narcosi da etere solforico.

Un numero notevole di animali fu sacrificato per confronto con altri sottoposti a ripetute narcosi con etere e si è trovato, che nel cervello e nel fegato variava il contenuto dei grassi sotto la narcosi eterea in confronto di quello che si verificava negli animali normali.

E precisamente si trovò il cervello più povero e il fegato più ricco di grassi negli animali eterizzati, che non in quelli di confronto, Bibra ed Harless conchiusero ammettendo una estrazione di grassi dal cervello per opera dell'etere circolante nel sangue durante la narcosi e posero in rapporto di causalità la diminuzione della eccitabilità cerebrale con questo fenomeno.

Cotesti fatti furono ancora illustrati successivamente dal Bibra 17).

L'accorrere dell'etere o dell'alcool al cervello è stato notato anche dal Liebig a detta del Gubler 18) attribuendolo al fatto che i corpi grassi e le resine sembrano dirigersi particolarmente al sistema nervoso una volta introdotti nell'organismo.

E nel cervello infatti secondo il Gubler si trovano quantità cospicue di etere e di alcool per l'affinità speciale che questi solventi possedono verso alcuni componenti del sistema nervoso.

Nel 1860 Lallemand, Perrin e Duroy 19) trovavano che l'alcool si localizzava nel cervello e nel fegato piuttosto che nel sangue e in altri tessuti nei quali più scarsa è la copia della lecitina e dei grassi.

Lo Schulinus 20) nello studiare la durata del soggiorno dell'alcool nell'organismo, rispettivamente nel sangue e negli organi notò fin dal 1865 che il cervello assorbe la maggior quantità di alcool, e la minore copia resta nel sangue.

Per tal modo il sangue sarebbe bensì in un primo tempo il portatore dell'alcool o delle altre sostanze narcotiche, ma non sarebbe per nulla il più ricco, come volle ammettere lo Schmiedeberg, perchè scorso un certo tempo che varia a seconda delle sostanze troviamo queste nei vari organi e tessuti e poco o nulla ne riscontriamo nel sangue.

L'Hermann 21) nel 1866 osservava che tutti i narcotici della serie alifatica producono una dissoluzione più o meno notevole dei globuli rossi e ne diminuiscono il contenuto

in lecitina e ne conchiuse che la lecitina, la colesterina e i grassi che si trovano nel tessuto nervoso e nello stroma dei globuli rappresentano il materiale a cui aderiscono le sostanze narcotiche.

Etere e cloroformio che esercitano appunto tale doppia azione sul sistema nervoso e sui globuli si fisserebbero secondo l'Hermann sul materiale che il Liebreich chiamò protagone e che oggi si discute se possa ritenersi veramente un individuo chimico a sè.

Questi fatti pur tanto importanti che portavano chiare note sul meccanismo d'azione dei narcotici non furono apprezzati se non più tardi, molto più tardi, mentre essi rappresentano il fondamento delle dottrine più recenti.

I rapporti diretti fra le sostanze narcotiche e il tessuto nervoso erano tuttavia dimostrati ed approfonditi dalle esperienze diverse che si venivano eseguendo.

Così l'Hitzig 22) nel 1873 aveva dimostrato che le inalazioni di etere rendono ineccitabile la corteccia cerebrale a stimolazioni prodotte da una corrente indotta che prima erano efficaci.

Si deve al mio Maestro Albertoni 23) la geniale esperienza che dimostra la localizzazione dell'azione dei bromuri sulla corteccia cerebrale, esperienza che successivamente fu ripetuta sempre, ogni volta che voleva dimostrarsi l'azione diretta di una sostanza sul tessuto nervoso centrale.

Se non che come l'Albertoni e l'Hitzig così il Bernard, il Flourens, il Bernstein avevano ammesso che l'azione dei narcotici e particolarmente quella del cloroformio si esercitasse unicamente sul sistema nervoso e il sangue non servisse che da intermediario, da portatore, dimenticando il concetto svolto già dall'Hermann.

Il Pohl 24) invece ha messo in vista il fissarsi del cloroformio, anche sui globuli rossi come su tutti i tessuti più o meno ricchi di lecitina e di colesterina.

Proposizione questa che pochi anni sono il Nicloux 25) apertamente convalidava affermando che i narcotici si fissano in maggior copia sui tessuti ed organi che contengono una maggior quantità di sostanze lipoidi.

Tutte queste più o meno chiare designazioni del modo d'agire dei narcotici evidentemente richiamavano l'attenzione dei biologi su modificazioni chimiche o fisiche chimiche del sistema nervoso centrale e taluna anche indirettamente portava alle ipotesi recenti che vanno oggi sotto il nome di Overton e Meyer, ma erano pur lontane dalla interpretazione che il Meyer particolarmente ci ha dato.

Nel 1884 il Du Bois 26) notava un fenomeno molto interessante per la biologia. Sottoponendo all'azione di vapori diversi alcuni vegetali in cui vasi e vacuoli sono scarsi nel parenchima delle foglie, e particolarmente sottoponendo campioni di *Echeveria glabra* all'azione del cloroformio, della benzina, dell'etere, del solfuro di carbonio, dell'alcool, si osservano sulla superficie delle gocciole di liquido acquoso, che stanno certamente a dimostrare una disintegrazione organica, che deve evidentemente modificare almeno provvisoriamente le condizioni fisiche chimiche del parenchima vegetale.

È un fatto questo che ha servito di punto di partenza alle interessanti considerazioni del Meyer di cui diremo fra poco e che si riferiscono al rapporto fra acqua dei tessuti e vapori di sostanze che possono esercitare varia azione dissolvente.

Ma lo studio più importante che riguarda il meccanismo di azione dei narcotici considerato come effetto della diffusione e fissazione loro sopra determinati tessuti ed organi è quello dell'Ehrlich 27), che dimostra una volta di più l'acutezza e la genialità del biologo.

Già nel suo lavoro della reazione del bleu di metile sulla sostanza nervosa l'Ehrlich aveva affermato che con grande verisimiglianza un dato materiale tossico innanzi tutto ed in primo luogo attacca quegli elementi ai quali giunge di fatto e da cui viene assorbito in modo speciale. Ne veniva come diretta conseguenza l'importanza di determinare le leggi di distribuzione di una sostanza tossica o terapeutica e successivamente si sarebbe potuto mettere in rapporto questi risultati con l'azione biologica.

Naturalmente la dimostrazione dell'assorbimento di determinate sostanze da parte del sistema nervoso deve richiedere una dissoluzione di queste nel sangue, ma lo stesso Ehrlich aveva già dimostrato che l'alizarina e l'indofenolo anche sospesi finamente, se pur non disciolti, ma suddivisi, come egli crede di essersi potuto esprimere, in *particelle molecolari* possono dare colorazione del sangue, quando il menstruo di sospensione sia appropriato, per esempio non sia l'acqua, ma il siero sanguigno.

Studiando poi i prodotti di sostituzione formatisi per l'entrata dell'acido solforico nella molecola di sostanze *neurotrope* come l'alizarina, la flavanilina, l'Ehrlich ha veduto, che essi non colorano più il sistema nervoso.

Oltre a ciò l'Ehrlich notava il rapporto interessante che esisteva fra sostanza grigia e tessuto adiposo dal punto di vista della fissazione di un certo numero di sostanze speciali, portate dal sangue bensì, ma legatevi debolmente e formava in questa maniera il concetto di quel *coefficiente* di *distribuzione* fra acqua del sangue e lipoidi dei tessuti, che rappresenta il nucleo della dottrina di Meyer e Overton.

In quella sua pubblicazione l'Ehrlich annunziava anche che fra le sostanze che possono essere assorbite tanto dal tessuto adiposo, quanto dalla materia cerebrale si trovano il verde di metile e la tallina.

Ripetiamo che le diverse osservazioni che siamo venuti esponendo e che precedono di molto le considerazioni e le esperienze del Meyer e quelle dell'Overton erano qualche cosa più di fatti isolati e di vaghe affermazioni, sicchè troviamo ben giusto il richiamo dell'Archangelsky 28) alla priorità dell'Ehrlich, mentre consentiamo nell'affermazione del medesimo che vi siano altre misure per determinare il valore dei narcotici oltre al coefficiente di distribuzione fra plasma sanguigno e sostanza nervosa.

Prima dell'Overton e del Meyer e cioè nel 1891 il Pohl, che abbiamo citato più sopra determinava la fissazione del cloroformio precisamente sui tessuti e organi ricchi di lecitina e di colesterina e quindi nel sangue sceglieva i globuli rossi, schivando il plasma ove l'abbondanza di acqua è la maggiore caratteristica.

Nel 1893 il Richet 29) occupandosi della tossicità degli alcool e degli eteri aveva affermato che essa è inversamente proporzionale alla loro solubilità nell'acqua e dal suo allievo Houdaille faceva determinare le dosi massime non mortali e le minime mortali per i pesci immersi durante 24 ore in soluzioni di varie di queste sostanze.

Le cifre interessanti che seguono rappresentano le dosi in un litro

	massima non mortale	minima mortale
alcool etilico	gr. 20	gr. 40
etere solforico . . .	» 2	» 5,5
uretano	» 4	» 5,–
paraldeide	» 1,8	» 3,2
alcool amilico. . . .	» 0,5	» 1,–
acetofenone	» 0,15	» 0,25
assenza d'assenzio .	» 0,0025	» 0,005

La legge dettata dal Richet è abbastanza esplicita, ma già incontra eccezioni gravi. Ciò che valeva per il metil uretano, il sulfonale, il trionale, non valeva per il cloralio e per il bromalio, la solubilità nell'acqua è un buon dato di raffronto, ma non è il solo e la solubilità nei lipoidi rappresenta l'altro fattore che l'Ehrlich aveva pur contemplato nella sua esposizione.

Tuttavia la chiara espressione della attuale teoria sull'azione dei narcotici quale emerge dalle osservazioni altrui e dalle proprie si trova solamente molto più tardi e cioè nel 1899 nei lavori del Meyer 30) e del Baum 31) e in quello dell'Overton 32) del tutto indipendente dalle osservazioni dei due autori precedenti.

Secondo il Meyer l'osservazione del Du Bois riguardante l'azione di certi vapori su parenchimi vegetali fa pensare che la narcosi sia il risultato di una gara fra acqua e sostanze eteree in proporzione delle loro masse e della rispettiva affinità per corpi contenuti nei parenchimi diversi.

Corpi così fatti sono la lecitina e sue combinazioni con altri composti albuminosi. Che poi l'acqua asportata dalle sue soluzioni solide apparisca alla superficie come nel caso della *Echeveria glabra* o si raccolga in vacuoli o spazi lacunari, oppure imbeva i tessuti è la stessa cosa, il fatto importante secondo il Meyer è questo che certi aggregati importanti per la funzione normale del protoplasma, come la lecitina e corpi simili, possano essere spostati dalle loro ordinarie miscele o dai loro rapporti di soluzione per opera di nuovi rapporti di solubilità con sostanze che si fanno intervenire dall'esterno.

In seguito alla considerazione testè esposta ed alle osservazioni che sono state specialmente eseguite dal Baum sulla diversa solubilità e sul coefficiente di distribuzione di varie sostanze narcotiche, su acqua e grassi, il Meyer stabiliva la legge che va sotto il suo nome e che mette in rapporto l'intensità di azione dei narcotici, noi diciamo anzi l'azione stessa dei narcotici col coefficiente di distribuzione dei narcotici medesimi in una miscela di acqua e sostanze lipoidi, quale si verifica nell'organismo e in certi tessuti specialmente.

Il Baum ha studiato la distribuzione di vari narcotici fra acqua e grassi e cioè il sulfonale, il trionale, il tetronale e il dimetilsulfodimetilmetano, l'etilmetiluretano, l'alcool butilico e l'amilico, le acetine, il cloralio.

L'Overton partendo da altro punto di vista e valendosi di ricerche su cellule vegetali e su infusori collocati in soluzioni di sostanze narcotiche ha cercato le influenze eser-

citate sopra questi esseri da molte sostanze che non hanno affinità coll'ossido di carbonio e con deboli basi organiche ed è giunto alle affermazioni del Meyer creando il termine oggi comunemente usato di *sostanze lipoidi*, con le quali l'Overton ha inteso di designare particolarmente una proprietà fisica, quella cioè di sciogliere, come fanno i grassi, certi prodotti o rispettivamente di sciogliersi in essi.

La conclusione cui è giunto l'Overton è quella che le sostanze del tipo dei prodotti indifferenti della serie alifatica « *solubili negli olii grassi e in simili solventi e rispettivamente poco solubili nell'acqua, penetrano con grande rapidità nel protoplasma vivente, mentre i prodotti molto solubili nell'acqua e poco o nulla negli olii grassi attraversano il protoplasma o male o con straordinaria lentezza* ».

Che il modo di agire, dal punto di vista farmacologico e terapeutico, dei narcotici della serie alifatica, che esercitano la loro influenza sulle funzioni superiori corticali, sia tutto speciale non v'è dubbio di sorta, ma quando si pensi alle azioni pure deprimenti del sistema nervoso e anche, per certe dosi, di determinate e ristrettissime parti di esse, quali alla fin fine potrebbero chiamarsi azioni narcotiche sul centro respiratorio in riguardo alla tosse (morfina e derivati), azioni narcotiche sui centri spinali per il solfato di magnesia, azioni narcotiche per gli stati patologici di eccitamento dei centri motori per i preparati di bromo e cerchiamo di renderci conto di quello che avvenga di queste sostanze così diverse che pur devono penetrare nel protoplasma delle cellule nervose, noi non sappiamo veramente convincerci che l'affermare la solubilità di un preparato nel lipoide cerebrale spieghi neppur da lontano la intimità del fenomeno che deve svolgersi nel protoplasma cellulare! E perciò nell'ammettere la importanza biologica della legge di Meyer e Overton, crediamo si debba anche tener conto di tutte le altre interpretazioni che nulla hanno a che fare con questa legge, ma si appoggiano pure a fatti indiscutibilmente importanti e altrettanto dimostrati.

Non vogliamo certamente passar in rivista le varie teorie che sono state proposte per interpretare il fenomeno della narcosi e che si raggruppano più o meno fedelmente alla interpretazione del sonno fisiologico.

Ad una anemia rapida dei centri superiori o anche dei nervi può far seguito la sospensione funzionale, ma ciò come è noto, avviene anche per una iperemia improvvisamente prodottasi, sia essa attiva o passiva. Sostanze atte a produrre una anemia o altre capaci di determinare una iperemia cerebrale possono dunque, negarlo a priori non è possibile, condurre ad un medesimo risultato, ma il concetto dell'anemia cerebrale nella mancata funzione dei centri nervosi superiori ha regnato a lungo e non può neppur oggi essere escluso.

Fin dal 1877 il Binz 33) negava all'anemia una importanza notevole nella produzione del sonno, affermando che questo può prodursi anche senza di essa e che il verificarsi di uno stato anemico nel cervello durante il sonno indica piuttosto che l'*anemia* è *effetto* invece che *causa* del sonno. Il Binz ritiene che l'azione degli ipnotici sia collegata ad una influenza chimica sulla sostanza corticale, una specie di coagulazione, che altre sostanze anche di composizione simile, ma non ipnotiche non possiedono.

Per il Binz la morfina, il cloralio, l'etere, il cloroformio possiedono una grande affinità con la sostanza nervosa della corteccia cerebrale, ne alterano il ricambio intimo così da renderla inetta ad adempiere le funzioni dello stato di veglia.

Con le interpretazioni del Meyer e dell'Overton o con la concezione primitiva dell'Ehrlich si comprende qualche cosa di più preciso che regola cotesta grande affinità dei narcotici per la sostanza nervosa, che dal Binz è solamente affermata, ma in verità se consideriamo un po' da vicino cotesta funzione dei lipoidi sui quali i narcotici tendono a fissarsi e si fissano, noi vediamo che nella vita cellulare essi hanno una importanza ben diversa l'uno dall'altro il che facilmente s'intende sol che si confronti la colesterina con la lecitina!

Dove si fissano dunque i narcotici? si fissano, e semplicemente per questo fatto producono la modificazione funzionale della cellula nervosa? oppure cotesta fissazione rappresenta una modificazione del ricambio materiale o una alterazione, quale il Binz disse una specie di coagulazione, o un fenomeno di ossidazione, o un arresto delle ossidazioni come alcuno ha voluto ammettere?

Coi dati che si possiedono oggi non è certo facile rispondere e non crediamo che la risposta possa mai essere semplice o unica. Vari devono essere i modi di agire dei narcotici e neppure quelli che sembrano dirigersi nel medesimo senso verso il chimismo cellulare come ad esempio l'alcool e l'etere, possono nel fatto ritenersi eguali nella maniera di assalire e impegnare la funzione della sostanza nervosa.

Si dirà che l'alcool ha una notevole molteplicità di azione perchè esso agisce come tale e per i prodotti di trasformazione cui dà luogo, ma ciò non toglie che la massima parte delle osservazioni sulla teoria della narcosi sia stata eseguita appunto sull'alcool, che determina di fatto i fenomeni suoi più comuni quando agisce in natura per sè e non per i suoi derivati.

Del resto si sa già che l'alcool e l'etere hanno diverso valore di solventi dei lipoidi, devono quindi attaccare l'individuo cellulare da punti diversi e già a priori e grossolanamente sembrerebbe che la loro azione dovesse diversamente estrinsecarsi.

Ma anche di recente si è proposto un diverso meccanismo di azione dei narcotici, un meccanismo che direttamente interessa uno degli elementi più importanti per la vita dei tessuti cioè l'ossigeno.

Il Verworn 34) fa risiedere la causa della narcosi in una deficienza di ossigeno nella respirazione interna del cervello, prodotta dal farmaco. Dimostrare tuttavia il modo col quale i diversi narcotici possano produrre questo risultato non è semplice. Se può imaginarsi un' azione riducente dell'alcool, mentre si ossida nell'organismo e quindi sottrae ossigeno, è anche necessario riflettere che l'azione narcotica avviene massimamente mentre il farmaco rimane come tale nei tessuti e non quando dà luogo ai suoi prodotti di ossidazione. L'azione depressiva più lunga dell'alcool metilico in confronto di quella dell'etilico è dovuta appunto al perdurare che fa l'alcool metilico lungamente in seno ai tessuti e specialmente al sistema nervoso senza subirvi alterazioni.

E che non sia così semplice il fenomeno della narcosi può desumersi secondo il Win-

terstein 35) dall'osservazione che gli ascaridi, i quali vivono in mezzi privi di ossigeno sentono tuttavia l'influenza dei narcotici, come gli animali che respirano in ambiente ossigenato.

L'osservazione a parer mio non avrebbe tuttavia che un' apparente importanza, perchè non è detto che gli ascaridi, se vivono in ambiente privo di ossigeno libero, non sappiano usufruirlo dalle sue combinazioni e che quindi anche in essi il narcotico non possa arrestare o rallentare quei meccanismi intimi che servono alla liberazione o alla circolazione dell'ossigeno stesso.

Molto più convincente è l'opposizione fatta l'anno scorso da Loeb e Wasteneys 36) al concetto del Verworn mediante lo studio del fenomeno sugli embrioni di pesci.

Argomentano Loeb e Wasteneys che se la narcosi dipendesse da arresto o rallentamento dei processi di ossidazione, il consumo di ossigeno dovrebbe diminuire in ragione del potere inibitorio di un narcotico e del suo effetto specifico sulla narcosi.

Le esperienze eseguite dai due autori ora indicati dimostrano invece che da un lato il cianuro potassico non ha azione narcotica, benchè riduca la velocità di ossidazione ad $^1/_9$ del suo valore normale, d'altra parte il cloroformio produce una narcosi molto profonda senza limitare la velocità delle ossidazioni organiche.

Il prof. Albertoni 37) valendosi del mio apparecchio per la determinazione dell'ossigeno mobile del sangue ha dimostrato che il cloroformio può far aumentare e non diminuire questo gas, e per tal modo se non si offre un argomento di assoluta opposizione al concetto del Verworn, non aumentano certamente per nulla le probabilità di dimostrazione.

Nel mio Istituto il Dott. Martelli 38) ha studiato mediante esperienze in vitro e nell'organismo di cani normali come si comporti l'ossigeno mobile del sangue durante le inalazioni di etere e di cloroformio.

Il Martelli ha trovato nelle sue esperienze in vitro che mettendo in contatto con campioni di sangue defibrinato di cane piccole quantità di etere o di cloroformio si osserva che i campioni contenenti etere dimostrano una maggior quantità di ossigeno mobile nelle due prime ore e successivamente lo perdono, mentre il cloroformio attacca rapidamente i globuli e dà luogo immediatamente a diminuzione dell'ossigeno mobile.

Nelle esperienze in vivo l'etere produsse sempre un aumento della quantità dell'ossigeno mobile, e il cloroformio invece una diminuzione, fenomeno che fu veduto ripetutamente in parecchie esperienze.

Il color rutilante del sangue in seguito all'azione del cloroformio è forse dovuto all'azione emolitica di questa sostanza ed alla liberazione immediata di ossigeno, che viene tosto eliminato e non è quindi utilizzato dai tessuti.

Queste esperienze dunque non permettono affatto di attribuire importanza alla ossigenazione del sangue come fattore della narcosi, dacchè così oppostamente si comportano due sostanze che nella pratica comune vengono adoperate nelle medesime contingenze e con effetti terapeutici simili.

Secondo il Traube può il concetto del Verworn essere ammesso anche senza respingere la legge della distribuzione dei lipoidi, che per le considerazioni del Traube stesso prenderebbe una importanza secondaria.

Fin dal 1908 il Traube 39) notava che ove sono presenti molti lipoidi come nelle cellule gangliari, le sostanze che hanno una piccola tensione superficiale nella fase acquosa possono passare rapidamente e condensarvisi.

E però finchè la concentrazione è minore nella membrana lipoidea, che nel liquido ambiente la differenza di pressione non porta modificazioni funzionali nella cellula, ma a poco a poco secondo la legge di distribuzione la concentrazione diviene maggiore nella fase lipoidea, che nell'acquosa del mezzo ambiente e la pressione superficiale e interna viene così alterata da produrre il fenomeno della narcosi.

In una sua pubblicazione successiva il Traube 40) più chiaramente mette in vista il rapporto della sua teoria fisica chimica col concetto del Verworn. Egli ammette che i narcotici siano sostanze che possiedono una debole tensione adesiva nell'acqua, se così possiamo tradurre la parola *Hafftdrück* che il Maraghini 41) rende con quella di *intensità di coesione.*

Per tale proprietà i narcotici diminuiscono la tensione superficiale e l'interna dell'acqua e dei liquidi acquosi dei tessuti.

La diminuzione o l'arresto esercitati dalle sostanze di debole adesione all'acqua sulle ossidazioni prodotte per l'intervento dei colloidi cellulari e sui fenomeni elettrici delle superfici di contatto, devono ritenersi secondo il Traube la causa della narcosi.

Il Bubanovic 42) crede insostenibile la teoria del Traube perchè già teoricamente non vi è parallelismo fra pressione osmotica e forza adesiva nel senso voluto dal Traube. Così il Bubanovic ha dimostrato che il cloroformio e l'alcool etilico non influiscono sulla tensione superficiale dell'olio, dal quale certamente sono attirati in confronto dell'acqua.

In contrasto pure con la concezione del Traube sono le osservazioni del Viale 43), che precisamente nella narcosi da cloroformio non ha potuto verificare quasi alcuna modificazione della tensione superficiale del siero sanguigno, mentre con diversi altri narcotici si osserva una diminuzione della tensione stessa.

Oltre a ciò anche nei casi in cui tale diminuzione si effettua non si nota un valore costante che corrisponda al momento della narcosi, così da doversi conchiudere che l'abbassamento notato sia piuttosto un fenomeno legato alla composizione del liquido circolante. Esperienze eseguite in vitro con siero cui si erano aggiunti diversi narcotici hanno tuttavia dimostrato che l'abbassamento osservato non è dovuto alla semplice miscela o dissoluzione del narcotico nel siero, ma ad un fenomeno vitale che si compie in seno all'organismo narcotizzato.

Il Viale prudentemente aggiunge che sebbene le sue esperienze non appoggino il concetto del Traube, deve tuttavia ricordarsi che il siero di sangue sul quale si sono eseguite le dimostrazioni non rappresenta di fatto il liquido nel quale si trovano immerse le cellule nervose, liquido che può variare quindi notevolmente così in confronto col protoplasma cellulare come in confronto col siero di sangue.

Comunque sia, non è lecito negare al contenuto di lipoidi cerebrali una importanza nella produzione della narcosi, il meccanismo potrà essere diversissimo, puramente fisico, o puramente chimico, o biologico, ma i lipoidi con le modificazioni loro in quantità o qualità devono certamente contribuire alla produzione del fenomeno.

È interessante a questo proposito il fatto notato dallo Sciortino 44) in cervelli di animali sottoposti a narcosi cloroformica. Saggiando la resistenza elettrica col ponte del Kohlrausch egli ha osservato che in seguito all'azione del cloroformio il cervello presenta un aumento di detta resistenza e rispettivamente una diminuzione della conducibilità.

Senza fantasticare sopra una diminuzione della trasmissione degli impulsi cerebrali degli stimoli che accedono ai centri in queste condizioni sperimentali è pur possibile il pensare che la modificazione della resistenza sia dovuta ad una modificazione bio-chimica dacchè indubbiamente essa esprime l'alterazione di un importante proprietà fisica chimica.

L'importanza infatti di questa proprietà è messa in vista dalle esperienze del Loewe.

Notiamo dapprima uno studio del Loewe 45) nel quale è affermato che la colorazione che può essere assunta dai vari lipoidi cerebrali dimostra che essi si trovano allo stato colloide e non di soluzione.

I narcotici quindi si fisserebbero sui lipoidi per adsorbimento e non per un processo di dissoluzione.

In secondo luogo notiamo in un altra pubblicazione del Loewe 46) che i lipoidi *eccettuata la colesterina*, in contrapposto coi colloidi idrofili del tipo albumina hanno tendenza alla dispersione tanto nei mezzi acquosi inorganici come in quelli organici. Essi sono dunque ambofili e nell'uno e nell'altro mezzo di dispersione esercitano un forte potere di adsorbimento per una numerosa serie di sostanze.

Ammessi questi dati di fatto il Loewe 47) annunzia che la narcosi deve ritenersi come un'alterazione della membrana cellulare, i narcotici sarebbero veleni di questa membrana.

La struttura microscopica, la plurifasicità, la natura colloide rappresentano condizioni che permettono l'azione dell'uno o dell'altro narcotico sulle membrane.

Il Loewe ha studiato l'influenza dei narcotici sulla conducibilità elettrica delle varie membrane, definendo egli le membrane in primo luogo nel senso fisico come sistemi caratterizzati dalla loro forma (variazione di tensione superficiale e rapporto fra due sistemi affini) e in secondo luogo caratterizzati da una speciale struttura proveniente da costituzione istologica, da tensione adesiva, da natura colloidale.

Il Loewe ha veduto che mentre membrane di natura lipoidea, immerse in soluzioni di narcotici presentano una diminuzione della conducibilità elettrica, questo fatto non si osserva se le membrane studiate non risultano di materiali lipoidi.

Di più le sostanze lipoidi delle membrane immerse in soluzioni narcotiche per l'adsorbimento del narcotico da *idrofile* divengono *idrofobe* (*sit venia verbo*) senza perdere l'acqua di combinazione.

Di qui nasce evidentemente una diminuzione di permeabilità e un danno generico della funzione specifica dell'organo. E però secondo il Loewe tutte le teorie che non posano comunque sui rapporti fra narcotici e lipoidi devono essere respinte.

Gli studi eseguiti dal Lillie 48) sulle ova di stelle di mare e di riccio di mare sono una dimostrazione della importanza che deve attribuirsi alle osservazioni del Loewe. Nelle ova sopra accennate il Lillie ha veduto che la permeabilità alle soluzioni di sali neutri di sodio e di potassio e l'azione citolitica di queste sono ritardate dalla presenza di

vari anestetici in concentrazioni diverse. Un'azione protettiva analoga viene esercitata sebbene in grado inferiore dalla calce e dalla magnesia.

Evidentemente gli anestetici devono aver esercitato la loro azione sui lipoidi delle membrane cellulari e certamente l'azione esercitata dall'anestetico merita di più l'aggettivo di biologica in confronto con quella della calce o della magnesia, che possono anche essere puramente chimiche e neppure biochimiche.

L'importanza biologica generica dei lipoidi in rapporto alle azioni farmacologiche risulta anche bene dimostrata dalle esperienze del Meyer 49). Sostanze che attaccano i lipoidi cellulari le rendono più sensibili alle influenze esterne, si intende che questo termine di attaccare dovrà riferirsi ad alterazioni diverse, ma non può ammettersi che qualunque modo di colpire i lipoidi cellulari conduca sempre ai medesimi risultati.

Se parliamo con termini grossolani e consideriamo i lipoidi come grassi ci rendiamo perfettamente conto che altro sarà porli in contatto con calce e altro con soda o potassa, nel primo caso la funzione del lipoide sarà modificata nel senso che esso sarà divenuto come una barriera inerte o quasi inerte a seconda dei casi, invece per la formazione di saponi alcalini solubilissimi la funzione dei lipoidi si troverà ben diversamente cambiata.

Secondo il Meyer gli antisettici devono in gran parte la loro attività alla loro solubilità nei lipoidi, la emolisi è forse dovuta ad una modificazione della struttura dei lipoidi dacchè in ispecie il cloroformio che scioglie i lipoidi stessi ha una notevole azione emolitica, I lipoidi hanno pure grande influenza nell'assorbimento degli alimenti.

Una apparente contraddizione alla importanza dei lipoidi cerebrali nel rapporto della narcosi risulterebbe dalle osservazioni di Mansfeld e Liptàk 50) sul contenuto di lipoidi della sostanza cerebrale nelle varie età.

È certo che i cani e la massima parte degli animali sono più sensibili alla narcosi nella tenera età che non in quella avanzata. Si sa che il bambino non tollera affatto le dosi di narcotico che sono proporzionate alla sua mole in confronto con un adulto, ebbene, i due autori ora citati hanno trovato che nel cane i lipoidi cerebrali vanno crescendo con l'età in maniera progressiva.

Le esperienze che qui riportiamo riguardano veramente la colesterina e i grassi neutri che non possono ritenersi come i soli e neppure i più notevoli rappresentanti dei lipoidi cerebrali.

Una delle esperienze riguarda una madre e 4 suoi nati, l'altra una madre e 5 suoi nati in varie età e cioè:

		Colesterina	Grassi
1°	nato di 4 giorni	7,99	26,05
	id. di 19 id.	9,97	29,68
	id. di 60 id.	15,83	40,27
	id. di 100 id.	18,74	44,48
	Madre	22,35	47,76
2°	nato di 4 giorni	10,88	23,29
	id. id.	8,14	23,53
	id. id.	8,72	22,28
	id. id.	9,25	23,26
	id. di 40 giorni	13,19	38,03
	Madre	12,73	47,87

Queste cifre rappresentano le percentuali in rapporto alla sostanza cerebrale secca.

Se la copia dei lipoidi dovesse rappresentare la ragione di fissazione di maggior quantità di narcotico, certamente dovrebbe ritenersi che più pericoloso, più tossico dovesse riescire il narcotico o per dir meglio più attivo nell'età avanzata che non in quella più tenera, nella quale la copia dei lipoidi è minore.

Mansfeld e Liptàk osservano però che il progredire dell'età aumenta la importanza e lo sviluppo delle vie di conduzione e che la quantità maggiore dei lipoidi da loro ricercati è dovuta non alle cellule nervose, ma alle fibre, quindi negli adulti la maggior parte del narcotico è impiegato a fissarsi sulle fibre nervose e non sulle cellule, alle quali solamente devesi il fenomeno della narcosi.

La maggiore sensibilità degli individui più giovani deve ritenersi dovuta appunto alla piccola quantità di lipoidi che anche da piccole dosi di narcotico sono impegnati e alterano quindi rapidamente la funzione cui sono deputati entro le cellule nervose.

È tanto vera questa interpretazione che se per condizioni sperimentali diverse noi aumentiamo nell'organismo altri lipoidi atti a fissare narcotici, vediamo che la sensibilità per questi farmaci va diminuendo o se diminuiamo i lipoidi sparsi nell'organismo per es. in forma di grasso del pannicolo adiposo, la sensibilità per i narcotici cresce.

Questo caso si è verificato nelle esperienze dello stesso Mansfeld 51) riguardanti l'influenza del digiuno sulla narcosi.

Egli ha trovato che l'organismo inanito diviene ipersensibile verso certi narcotici e ciò dipende da una ricchezza relativa del cervello in lipoidi in confronto con la diminuzione e perdita di grassi che si verifica in tutto l'organismo.

I narcotici trovano minor copia di grassi sparsi nell'organismo su cui fissarsi e accorrono quindi maggiormente a saturare i lipoidi cerebrali, donde il maggior effetto narcotico.

Interessanti sono a questo proposito le osservazioni del Lattes 52) sugli effetti della lipemia nella narcosi cloroformica.

Una alimentazione ricca di grassi così da produrre lipemia o introduzioni di emulsioni grassose nelle vene sottraggono cloroformio ai lipoidi cerebrali così, da richiedersi dosi maggiori di cloroformio perchè si produca la narcosi. Si osserva inoltre che durante la narcosi i grassi dei tessuti contengono minor copia di cloroformio.

In altre esperienze il Lattes 53) ha proceduto ad introduzione endovenosa di cloroformio o solo o con olio di olive, o con lipoidi cerebrali preventivamente estratti con alcool e poi con cloroformio. Ne è risultato che il cloroformio si manteneva a lungo in circolo, che molto doveva trovarsene nel sangue per produrre la scomparsa dei riflessi, che maggior effetto si notava per le introduzioni con olio o con lipoidi cerebrali, durante le quali introduzioni i grassi dei tessuti fissavano una minor quantità di cloroformio.

Evidentemente l'olio introdotto in circolo non ha mostrato importanza diversa dai lipoidi cerebrali e non si potrebbe quindi ammettere che i lipoidi del cervello avessero maggior attitudine a fissare il cloroformio, che non gli altri grassi dei tessuti, dacchè una introduzione di lipoidi cerebrali in circolo non impedisce per nulla la fissazione del cloroformio sul cervello e aumenta anzi l'effetto narcotico.

Tuttavia è sempre lecito chiedersi se eventualmente l'estrazione dei lipoidi non ne abbia modificato quelle proprietà speciali che essi possedevano e per le quali erano atti a fissare il cloroformio durante la cloronarcosi. L'esperienza del Lattes non è sufficiente a negare ai lipoidi cerebrali « in situ » l'attitudine di fissar cloroformio più degli altri grassi.

Tuttavia vien fatto naturalmente di porre la questione se il meccanismo affermato già da Bibra e Harless sia esatto e se possa affermarsi che specialmente per opera dell'etere, del cloroformio od anche dell'alcool si effettui una qualunque estrazione dei lipoidi del cervello e di altri organi.

Si è visto che secondo Bibra ed Harless per opera della narcosi eterea diminuivano i grassi nel cervello e si accrescevano nel fegato, che secondo Hermann anche i lipoidi del sangue scemavano, sicchè doveva anche ritenersi che vi fosse un momento in cui nel sangue circolassero dei lipoidi cerebrali disciolti dall'etere.

Risponde in parte a questo quesito il risultato di altre esperienze eseguite dal Lattes 54) estraendo il sangue con etere di petrolio nel cane.

Secondo il Lattes i cani sottoposti a ricca alimentazione grassa o avvelenati con fosforo o con florizina presentano un aumento di grassi nel sangue, che raggiunge una cifra quasi doppia della normale. Ciò invece non si verifica nella narcosi cloroformica e sebbene sia anche possibile che quello che non si ottiene per il cloroformio possa aversi per l'etere, dobbiamo tuttavia per analogia di tutte le esperienze notate, ritenere che non sia verisimile.

Intanto è interessante il notare come il Calabrese 55) nella nostra Clinica Chirurgica abbia potuto verificare una specie di imbibizione adiposa nel rene per opera della narcosi cloroformica, la quale porterebbe dunque o una dissoluzione dei lipoidi renali, come ritiene il Calabrese o una dissoluzione di altri lipoidi che dal circolo andrebbero ad arrestarsi in parte nel rene.

Dobbiamo al Sieber 56 e 56[bis]) una ricerca molto chiara sopra questo argomento, però eseguita non con etere o con cloroformio, ma con alcool. Egli ha confrontato il contenuto di fosfatidi, lecitina e jecorina, di vari organi in 3 cani normali, col contenuto di altri 3 cani cui erano state somministrate in un tempo più o meno lungo dosi elevate di alcool.

I tre cani avvelenati con alcool avevano ricevuto il 1° cc. 4320 di alcool assoluto per bocca in soluzione al 40 % di acqua e nel periodo di tempo di 2 mesi. Esso pesava all'inizio Kg. 12,7 ed alla fine Kg. 13,150.

Il 2° cane di Kg. 12 con pause di riposo aveva ricevuto durante 10 mesi cc. 21600 di alcool assoluto, ma all'ultimo ebbe vomiti.

Il 3° da Kg. 22 salì a 22.800 non ricevette che cc. 532 di alcool e per 4 mesi rimase senza somministrazione.

In tutti gli organi esaminati il Sieber trovò minor copia di lipoidi nei cani alcoolizzati in confronto dei cani normali, ma la massima diminuzione di fosfatidi si notò nel cervello, nel quale la perdita raggiunse l'11 % del contenuto normale.

Il metodo di determinazione dei fosfatidi era certamente degno di fiducia, per quanto questi mezzi possono ispirarne, esso corrispondeva a quanto indicano i più recenti trattati in proposito e anche la monografia di Ivar Bang.

Gli organi erano prosciugati in corrente d'aria a bassa temperatura e si determinava così il contenuto in acqua. Il residuo secco era estratto con alcool a 85 % e l'estratto alcoolico era trattato con etere e da questo ulteriore estratto si separava con acetone la colesterina e i grassi e rimanevano precipitati i fosfatidi, che potevano essere pesati.

Per cento parti dei fosfatidi rispettivamente ottenuti in media dai 3 cani normali il Sieber trovò una diminuzione di:

11,— nel cervello
4,15 nella mucosa gastrica
3,22 nell'intestinale
1,10 nella parete dello stomaco
0,57 in quella dell'intestino
3,18 nella milza
2,74 nel fegato
2,52 nel cuore
1,34 nel polmone

Se i risultati così ottenuti hanno una reale importanza per sè, non possiamo tuttavia nasconderci che una introduzione di alcool avvenuta in un tempo molto lungo non può confrontarsi con la rapida somministrazione di etere o di cloroformio, quale avviene nella pratica della narcosi.

Opportuna quindi si dimostrerebbe una determinazione fatta in seguito a rapida introduzione di alcool o in forma di vapori per inalazione o come ingestione per bocca o per la via endovenosa.

Questa serie di ricerche già intrapresa nel mio laboratorio accenna a dare risultati molto ragguardevoli che differenziano bene gli effetti della velocità di introduzione nell'organismo, a seconda che si tratta di alcool o di etere o di cloroformio.

Già nell'anno scolastico 1912-913 avevo fatto eseguire dal Dott. Ernesto Carati 57) come tesi di laurea una serie di determinazioni quantitative sopra cani sottoposti a narcosi cloroformica.

Alcuni di questi animali erano stati uccisi durante la cloronarcosi, altri invece lasciati morire per opera del cloroformio.

Il cervello di detti cani dopo essiccato era sottoposto a doppia estrazione negli apparecchi Soxhlet e cioè prima ad estrazione alcoolica e poi il residuo era sottoposto ad estrazione con etere. I due estratti erano riuniti, seccati fino a perdita di peso e pesati.

I lipoidi estratti in questo modo in 4 cani normali raggiunsero un massimo di 11,6 e un minimo di 8,5 % di cervello fresco con una media di 9,92 %.

I lipoidi estratti da cani cloroformizzati oscillarono da un massimo di 9,8 a un minimo di 7,1 con una media di 7,6 % di cervello fresco.

Adunque mediante queste esperienze era dimostrato che la massa dei lipoidi cerebrali subiva una diminuzione di 2,32 % di cervello fresco per opera della cloroformizzazione ossia per le inalazioni di quantità di cloroformio atte a produrre la cessazione dei riflessi e anche la paralisi bulbare.

Se analogamente a quello che è stato fatto dal Sieber stabiliamo le perdite in rapporto alla quantità dei lipoidi normali designate come 100 vediamo che la diminuzione ottenuta nelle esperienze del Carati raggiunge il *23,38* % del valore normale da che si arguisce che l'azione del cloroformio da questo punto di vista è veramente notevole.

Ma a queste determinazioni non si arrestarono le ricerche del Carati, perchè seguendo i risultati delle prove eseguite da Jzar e Fagiuoli 58) sull'azione tossica dei lipoidi dei tessuti, tentò la somministrazione dei lipoidi da lui estratti nelle condizioni sopradette, sospesi in emulsioni acquose con carbonato sodico al 3 %. Detta somministrazione fu eseguita o per infusione nella vena giugulare esterna o per perfusione in una delle carotidi.

Naturalmente gli effetti nel primo caso si ottengono dopo l'introduzione di dosi molto maggiori di lipoidi che non nel secondo, nel quale però l'azione è anche più fugace se l'emulsione è ben fatta.

Ebbene, il Carati salve alcune eccezioni di cui non potè dimostrare la ragione d'essere, trovò che la introduzione dei lipoidi estratti da cani normali produceva fenomeni di eccitamento più o meno intenso fino alla formazione di cloni, di contrazioni toniche o anche di tetano generale, e i lipoidi di cani cloroformizzati non davano mai convulsioni, ma bensì fenomeni di depressione, di paralisi, di coma o di intorpidimento generale come di sonno.

Era ovvio quindi il pensare che una modificazione avvenisse per opera del cloroformio sulla qualità o sul rapporto quantitativo reciproco dei vari lipoidi cerebrali, perchè semplicemente la diminuzione della quantità dei lipoidi, se poteva dar ragione sufficiente del fenomeno della cloronarcosi non ispiegava per nulla l'azione biologica diversa dei lipoidi stessi estratti nelle condizioni sopra dette di esperimento.

È noto che fra i lipoidi cerebrali la colesterina e la lecitina hanno azioni biologiche diverse, per certi riguardi anzi opposte, come è stato affermato dallo Stuber per rispetto alla fagocitosi, è noto che la lecitina possiede certe azioni protettive contro veleni come è stato messo in vista anche recentemente dal Lawrow, è noto da esperienze del Bang e del Luzzatto che la lecitina può promuovere per converso azioni emolitiche altrimenti non osservabili e però ho creduto opportuno di ricercare quali variazioni almeno grossolanamente dimostrassero i lipoidi cerebrali estratti da animali cloroformizzati.

III. Azioni biologiche della colesterina e della lecitina.

Una letteratura molto ricca riguarda già questi due lipoidi, ma noi non faremo che dare uno sguardo alle ricerche che possono interessarci dal punto di vista dei fenomeni provocati dai lipoidi introdotti in circolo.

L'avidità della colesterina per il cloroformio è dimostrata da esperienze di Calugreanu 59) in confronto con l'attività di colloidi organici. Se secondo le indicazioni di questo autore si fa sovrapporre una sospensione acquosa di colesterina sopra cloroformio, si osserva che le particelle lipoidi assorbono il cloroformio e crescono in volume, il quale fatto non avviene per opera di soluzioni colloidali organiche. Questo fatto spiega la fissazione del cloroformio alla colesterina dei tessuti, la sottrazione del cloroformio dal circolo

per opera della colesterina medesima, la eventuale liberazione di colesterina dai tessuti che la contengono.

Kepinow nel 1914 ha veduto nei conigli l'aumento del numero dei globuli rossi in seguito a iniezioni endovenose o ipodermiche di estratti di eritrociti. Molti possono essere i fattori di questo fenomeno, ma intanto interessa conoscere il fatto osservato da Thomas e Lebert 60) che cioè un aumento di eritrociti persistente anche per due mesi può notarsi per iniezioni di derivati della colesterina quale l'oleato o suoi prodotti di ossidazione.

Esperienze numerose e interessanti sono state eseguite dallo Stuber 61) sul fenomeno della fagocitosi in rapporto con la presenza di lecitina e di colesterina.

Il fenomeno è stato studiato in vitro e in vivo. Nel primo caso emulsioni di colesterina e di lecitina mescolate in parti eguali con liquidi contenenti spore in sospensione furono centrifugate dopo un certo soggiorno e numerati i fagociti contenenti spore.

In vivo le esperienze procedevano iniettando nel sangue emulsioni di colesterina e lecitina e contando i fagociti, che avevano operato l'inglobamento delle spore.

Si è trovato che la colesterina da sola abbassa fortemente l'indice fagocitico in entrambi i casi, cioè in vitro e in vivo, che la lecitina sola è inattiva in vitro ed esercita in vivo una eccitazione insignificante.

Le mescolanze di lecitina e colesterina si dimostrano inattive, se in vivo la dose di lecitina è doppia di quella di colesterina.

L'azione della colesterina come si è visto per l'aumento di numero dei globuli rossi é pure assai duratura per la fagocitosi, in quanto la diminuzione che può toccare perfino il 50 % può notarsi anche dopo 6 giorni.

Se l'iniezione di lecitina si fa precedere a quella di colesterina di 24 a 60 ore, può ancora notarsi la sua azione protettiva, ma la diminuzione della leucocitosi è solamente più limitata riscontrandosi nel rapporto del 30 al 35 %.

In un'altra pubblicazione lo Stuber 62) ha cercato se gli eteri della colesterina dell'acido oleico, del palmitico, dell'acetico, del benzoico esercitino la medesima azione contraria alla fagocitosi e se la lecitina possa impedirla. L'etere palmitico si è dimostrato il più attivo, l'acetico e il benzoico invece inattivi del tutto, sembra, dunque che l'attività sia dovuta all'acido.

Si è trovato inoltre che questi eteri e al massimo l'oleico, accelerano la coagulazione del sangue.

Infine la lecitina si è veduto che riscaldata a 70° perde la sua proprietà di neutralizzazione e ciò può anche spiegare la mancanza d'azione biologica che talvolta si osserva da campioni di lecitina che furono essiccati a temperatura troppo elevata.

Già l'Heubner 63) ha dimostrato che la lecitina bollita in alcool al 95 % e quindi portata oltre a 70° perde gruppi contenenti azoto.

Secondo lo Stuber l'azione della colesterina dovrebbe consistere nella formazione di una combinazione speciale dissociabile con gli elementi della membrana, causa di diffusione all'interno della cellula.

Altri fosfatidi estratti dal cervello possono comportarsi come la lecitina in contrapposto con la colesterina, da che si vede come l'indice opsonico e le relative opsonine possano essere l'effetto di coteste azioni di sostanze che fanno già parte dell'organismo e possono venire liberate in circolo per influenze diverse e non rappresentare affatto una azione od elementi particolari.

Un fatto molto strano è quello comunicato dal Walbrun 64) che sembra contraddire alle osservazioni dello Stuber. Secondo il Walbrun iniezioni endovenose di *minime* quantità di colesterina raddoppiano l'azione fagocitica del siero di coniglio. Evidentemente nelle esperienze dello Stuber si tratta di una influenza diretta della colesterina sui fagociti e invece in quella del Walbrun devono intervenire altri fenomeni che indirettamente conducono alla liberazione di sostanze nel siero del coniglio precedentemente iniettato.

Il Walbrun poi in questo suo lavoro ha studiato l'azione svelenatrice della colesterina sulla saponina, solanina, tetanolisina, cobralisina ed ha veduto che essa è massima quando essa si trovi in soluzioni colloidali.

La sostituzione di gruppi idrossilici, alla liberazione dei quali secondo il Walbrun si deve l'azione della colesterina come antigene nella reazione del Wassermann, la sottrazione dei doppi legami modifica l'influenza della colesterina.

Combinazioni con alcool superiori e inferiori modificano l'azione della colesterina contro certe tossine, non contro certe altre.

A proposito delle azioni di questi lipoidi sul sangue sono ben interessanti le osservazioni del Meyerstein ed altre che esporremo sul fenomeno della emolisi.

Il Meyerstein 65) sperimentando sopra sangue di uomo e di montone e prendendo come sostanze emolitiche la saponina, l'oleato e il taurocolato di soda e il veleno del cobra, ha studiato l'azione che può essere esercitata contro o in favore della emolisi dalla colesterina, dalla lecitina d'ovo, dalla cefalina, dal cerebrone, dai lipoidi dei globuli rossi ed ha trovato che tutte queste sostanze proteggono contro le emolisine studiate. Solamente si sarebbe notato che la colesterina non ha influenza sulla emolisi da bile in complesso.

Evidentemente l'influenza arrestatrice riposa sopra il formarsi di una combinazione fra lipoidi ed emolisine, quando si voglia ammettere che i lipoidi che furono oggetto di studio vadano a formare come uno strato di difesa sulla membrana dei globuli rossi, il che potrebbe dimostrarsi procedendo prima alla introduzione dei lipoidi e poi a quella delle emolisine, oppure alla introduzione di miscele degli uni con le altre e notando le differenze di risultato.

In appoggio del concetto di una combinazione dei lipoidi con le emolisine vengono le osservazioni di Rosenheim e Shaw-Mackenzie 66) sull'influenza della colesterina sopra la lipasi pancreatica.

Anche l'azione emolitica della lipasi pancreatica sarebbe arrestata dalla colesterina e insieme sono arrestate anche le azioni acceleratrici della digestione pancreatica esercitate dall'acqua, dall'alcool e dall'etere, dai saponi, dalle saponine, dalla digitonina.

La lipasi pancreatica era preparata dai due autori sopra citati triturando finamente il pancreas, ponendo la massa in due parti di glicerina e passando questa su garza dopo 24 ore di soggiorno.

Trattandosi in questi casi di azioni digestive enzimatiche l'interpretazione più ovvia è che la colesterina abbia agito o sul fermento o sulle sostanze acceleratrici, non già sul materiale fermentescibile sul quale essa non poteva influire.

La combinazione dunque dei lipoidi con le sostanze tossiche ci sembra la più verisimile e probabile.

L'intervento della colesterina come mezzo di protezione è stato anche messo in vista dal Pighini 67), il quale ha trovato colesterina nel liquido cefalo rachideo e nel siero di paralitici e le attribuisce anzi la attitudine di rendere positiva la reazione del Wassermann, avendo trovato che anche minime dosi di colesterina da 1 a 5 milligrammi valgono ad arrestare la emolisi e quindi a funzionare da complemento.

Tuttavia il Noguchi 68) crede che la colesterina nei sieri sifilitici non dia formazione di complemento, essi sono più ricchi di globulina e il mercurio che come è noto impedisce la reazione del Wassermann non fa diminuire il contenuto di globuline.

A noi sembra che questa osservazione dovesse condurre ad altro concetto e non autorizzasse ad escludere a priori una influenza della colesterina sopra la reazione del Wassermann o del Bordet come si voglia chiamare. Se il mercurio impedisce questa reazione e non fa variare il contenuto di globuline dei sieri sifilitici, è lecito conchiudere che non sono le globuline che impediscano la reazione, invece il mercurio potrebbe eventualmente agire sopra la colesterina.

Sta di fatto però che secondo il Quarelli 69) ripetute introduzioni di lipoidi in individui non sifilitici possono rendere positiva la prova del Wassermann e per contro talvolta possono produrre l'effetto opposto in individui certamente sifilitici. Il Quarelli in 12 individui sifilitici con reazione positiva eseguì iniezioni di lecitina e notò che talvolta la reazione stessa non era modificata, ma talora essa scompariva del tutto sotto l'influenza della lecitina.

Il Calcaterra 70) dopo aver fatto osservare che si possono trovare conigli nuovi che danno la reazione del Wassermann, nei quali tuttavia egli avverte che probabilmente si trattava di coccidiosi, aggiunge che nei casi positivi la reazione non veniva modificata per nulla dalle iniezioni di lecitina.

Il Keutzler 71) afferma che la lecitina ha maggiore affinità per il complemento che per l'ambocettore. Essa riattiverebbe l'immunilisina resa inattiva, mentre non agirebbe sulla siero albumina denaturata o sul siero inattivo mantenendo la sua azione emolitica.

In riguardo all'azione della lecitina sul sangue, varie influenze le sono ascritte e appunto l'azione emolitica esercitata dalla lecitina in vitro sui globuli rossi si sa che viene impedita dal siero normale.

Il Freund 72) ha già dimostrato che rapide iniezioni endovenose di 30 centigr. di lecitina in 10 cc. di soluzione a 1 per mille di carbonato sodico producono la morte nei conigli per trombosi da coagulazione nei vasi sanguigni.

Invece dosi piccolissime o iniettate lentamente danno solamente coagulazione nei vasi addominali ove la corrente sanguigna venosa subisce influenze rallentatrici e varie, oppure ritardano o impediscono anche la coagulazione del sangue.

Ma per quello che si riferisce direttamente all'azione emolitica della lecitina, sebbene

essa sia generalmente ammessa, dobbiamo notare tuttavia che lo Schipper 73) crede che questa azione non sia posseduta da tutte le lecitine con cui si esperimenta e reputa come talvolta l'azione emolitica sia dovuta invece al modo col quale sono formate le emulsioni.

È affermata anche una influenza sollecitatrice dell'emolisi prodotta da varie sostanze.

Il Bang 74) che ha già sostenuto la formazione di un composto della lecitina col veleno dei serpenti, composto da lui chiamato « *cobralecitide* », ammette che la lecitina produca una maggiore attività nella emolisina del veleno del cobra in quanto che essa farebbe entrare il veleno nel globulo rosso. Deve tuttavia avvertirsi che la lecitina rende anche più sensibili i globuli alla influenza della diluizione del menstruo, diminuisce cioè la resistenza alle soluzioni ipotoniche.

La pura emolisi da lecitina secondo il Bang consisterebbe nel rendere più permeabili gli eritrociti alle sostanze che si trovano sciolte nel siero, per esempio anche allo zucchero di canna.

Interessante si presenta da questo punto di vista il fatto dimostrato dal Luzzatto 75) in seguito ai suoi studi sui telluriti. Egli ha osservato che i telluriti per introduzione ipodermica o endovenosa nei conigli e nelle cavie esercitano un'azione emolitica. Questa però non si osserva se i globuli sono sospesi in soluzioni di cloruro sodico, o tutt'al più il fatto può notarsi in tali condizioni dopo alcune ore di contatto per il sangue dei conigli, che è particolarmente sensibile.

Il sangue del rospo è invece resistentissimo alla emolisi, eppure i suoi globuli possono disciogliersi sotto l'azione dei telluriti quando al menstruo siano aggiunti da 1 a 10 milligrammi di lecitina e la emolisi è compiuta dopo alcune ore.

Le sieroproteine non hanno invece influenza veruna sopra il fenomeno.

Forse in questi casi in cui il fatto sembra svolgersi in modo semplice e chiaro sarebbe opportuno il contrapporre l'influenza della colesterina per poter dimostrare meglio l'azione antagonistica e meglio affermare il meccanismo della emolisi da telluriti.

Importante ci sembra il notare come il veleno delle api, che secondo le più recenti indagini è una prolecitina ha un'azione emolitica che varia nei diversi animali.

Secondo il Carpi 76) esso si comporterebbe come una vera tossina con carattere di ambocettore, è termoresistente e la colesterina arresta la sua azione emolitica, la quale è pure arrestata dal succo gastrico e dal pancreatico, da quest'ultimo però in minori proporzioni.

Molti studi sono stati eseguiti sulle azioni acceleratrici e ritardatrici della colesterina e della lecitina verso varie sostanze tossiche.

È caratteristica la serie di esperienze eseguita dal Karaúlow 77) sul cuore di rana isolato. Determinata l'azione tossica della saponina estratta dalla quillaia saponaria, della digitonina, il Karaúlow ha fatto circolare un liquido contenente colesterina ed ha veduto che si ha prontamente un'azione svelenatrice.

Questa influenza si osserva pure, ma meno notevole contro l'elleboreina, ma non si osserva affatto contro i farmaci del cuore.

Ottenuta infatti sul cuore di rana l'azione propria dell'infuso di digitale o della strofantina o della digitaleina, questa non viene tolta nè impedita dall'aggiunta di colesterina.

Neppure l'azione dell'antiarina è impedita dalla colesterina.

Il Vignes 78) ha dimostrato che l'estratto di ova d'aringa e quello di ovaia di scrofa polverizzate e sgrassate dopo essere state disseccate nel vuoto a bassa temperatura hanno un'azione tossica lenta, se iniettati con soluzione fisiologica nelle cavie femmine tanto da produrre progressiva perdita di peso fino alla cachessia ed alla morte, e successivamente ha saggiato l'influenza rispettiva della lecitina e della colesterina sopra questa sorta di avvelenamento.

L'azione tossica è diminuita dalla lecitina, meno dalla colesterina, entrambi i lipoidi possono rendere innocui gli estratti suddetti.

L'Hanschmidt 79) ha studiato l'azione svelenatrice della lecitina negli animali superiori contro il curaro, la stricnina, la morfina, l'alcool etilico, il cloralio idrato, il veronale, ed ha veduto che questi avvelenamenti e rispettivamente le azioni farmacologiche caratteristiche di queste sostanze possono essere sospese o arrestate dalla lecitina introdotta, nelle vene, nel peritoneo, sotto cute senza disturbi di sorta.

Invece l'avvelenamento da ricina che è solamente alleggerito da piccole dosi di lecitina è aggravato da dosi maggiori.

Queste differenze così cospicue di azione della lecitina sono anche ben affermate e messe in vista dal Lawrow. 80) con esperienze sulla rana.

La lecitina fu preparata ad hoc dall'ovo e provata mediante iniezioni precedenti che dimostravano la sua innocuità. Gli effetti svelenatori furono confrontati con gli effetti di iniezioni di soluzione di cloruro sodico al 0,6 %. Le sostanze studiate furono: la stricnina il curaro, l'alcool etilico, il cloralio, il fosforo, il fenolo, l'etere.

Gli effetti furono diversi, il che significa intanto che la rana si comporta diversamente dagli animali superiori anche di fronte a queste azioni speciali, che non devono semplicemente essere considerate come esempi di antidotismo, nè di antagonismo, ma richiedono per ognuna interpretazioni talora complesse.

La lecitina nelle esperienze del Lawrow aumenta l'azione tossica del fenolo e del fosforo, in piccole dosi aumenta anche quella della stricnina, in grandi dosi quelle del curaro e dell'alcool etilico.

Introdotta in grandi dosi invece la lecitina combatte l'avvelenamento stricnico, mentre per combattere l'avvelenamento da curaro e da alcool etilico giovano piuttosto le dosi piccole del lipoide.

Avverte il Lawrow che queste azioni diverse per i diversi veleni e per le diverse dosi devono mettersi in rapporto con le varie affinità dei veleni per i lipoidi.

Noi crediamo anche che debbono considerarsi le azioni rispettive della lecitina o del lipoide in genere sull'elemento cellulare sul quale il veleno va a determinare l'influenza tossica, in guisa da prodursi una vera e propria protezione nel caso benefico o una sensibilizzazione nel caso in cui il lipoide dimostra un peggioramento delle condizioni di intossicazione.

Il De Waele 81) a questo proposito è pur d'avviso che si tratti di solubilità dei veleni, alcaloidi o tossine, nei lipoidi e ad esempio cita la lecitina.

Egli afferma che in generale piccole quantità di lipoidi come la lecitina facilitano l'azione degli alcaloidi, il che non corrisponde davvero all'osservazione del Lawrow sul-

l'avvelenamento da stricnina. Gli alcaloidi sciolti nella lecitina o fissati a questa, se vogliamo seguire il concetto più recentemente invalso, vengono assorbiti più facilmente dalle cellule che con la lecitina hanno affinità speciale. Dosi più forti invece di lipoidi portano via gli alcaloidi e ne impediscono l'entrata nelle cellule.

Ciò, continua il De Waele, si produce anche per le tossine batteriche fino a un certo punto e richiama i fenomeni, che hanno servito di base alla dottrina di Overton e Meyer sulla narcosi.

Pur troppo le numerose eccezioni che si trovano in tutte queste esperienze non ci permettono troppo grande sicurezza di interpretazione e anche rispetto alle tossine batteriche non si osserva una grande concordanza di risultati.

Il Filia 82) sperimentando su colesterina e lecitina ha veduto che la prima ha un'azione neutralizzante in vitro sulla tossina difterica, ma non esercita nessuna azione protettiva sull'animale inoculato con una dose mortale di tossina. Invece la lecitina non solo non possiede nessuna azione neutralizzante sulla tossina difterica, ma affretta la morte dell'animale in esperimento.

Solamente su questo ultimo punto coincidono le esperienze di Laroche e Grigaut 83) con quelle del Filia, giacchè secondo questi due autori i lipoidi non hanno nessuna azione neutralizzante vera delle tossine, ma anzi abbreviano il periodo rispettivo di incubazione!

Infatti Laroche e Grigaut avevano già osservato che la sostanza cerebrale fissava la tossina difterica e così poteva divenire tossica, il che non voleva dire certamente che essa la neutralizzasse. Il medesimo fenomeno hanno veduto prodursi fra lipoidi fosforati come lecitina e cefalina e tossina difterica, mentre la colesterina, i cerebrosidi e i corpi albuminosi precipitabili con solfato ammonico dal cervello non esercitano nessun potere di fissazione.

La tossina così fissata come quella libera può essere neutralizzata dall'antitossina.

Se si trattasse di contraddizione fra esperienze eseguite con lecitina potremmo spiegarla col modo di preparazione o di estrazione, ma ciò non è ammissibile per la colesterina, la quale a meno di impurezze che si devono poter rilevare si può ottenere con costanza di effetti.

È noto ancora che uno dei prodotti di scomposizione della lecitina contenenti azoto e secondo Thudichum l'unico importante cioè la colina esercita un'azione biologica e tossica notevole.

Il Calcaterra 84) ha veduto che iniettando insieme colina e tossina difterica nelle cavie si ottiene un'azione tossica più intensa che non si abbia dalle due sostanze introdotte separatamente, anzi i sintomi dell'avvelenamento da colina sono accelerati e aumentati e richiamano il quadro dell'anafilassi.

Lo stesso Calcaterra col Bruschettini 85) ha saggiato l'azione della lecitina sulla tossina difterica. Secondo queste prove si avrebbe veramente quella neutralizzazione che gli altri autori sopraindicati negano assolutamente.

Ma una importanza speciale hanno le esperienze eseguite da questi due osservatori quando hanno cimentato un siero sanguigno normale per 24 ore con una miscela di tossina difterica e lecitina ed hanno veduto che questo siero diviene antitossico e può salvare una cavia da una dose di tossina difterica decupla della mortale.

Il fenomeno che già deve prodursi è certamente molto complesso ed evidentemente deve intervenire qualche elemento contenuto nel siero normale, chè altrimenti l'effetto del contatto fra lecitina e tossina difterica dovrebbe limitarsi al più alla formazione di un corpo indifferente e innocuo.

Del resto a proposito di neutralizzazione della tossina è bene di ricordare che oggi non si ammette affatto che la mescolanza di tossina difterica con l'antitossina specifica dia un corpo nuovo perfettamente indifferente ed innocuo, perchè se tale fosse, esso potrebbe essere inoculato con lo stesso resultato negativo tanto a cavie nuove, come a quelle che hanno sopravissuto a precedenti inoculazioni di tossina. E invece queste ultime per l'iniezione di una mescolanza perfettamente neutralizzata di tossina difterica e di antitossina presentano gravi fenomeni di intossicazione o anche muoiono.

Se dunque la lecitina esercitasse anche un'azione specificamente antitossica non si potrebbe attendere da essa più di quello che si ha dalle antitossine vere e proprie e però il giudizio della mancata neutralizzazione delle tossine deve essere accettato col beneficio dell'inventario!

Sulla tetanotossina la lecitina produce un fenomeno ben strano secondo le esperienze del Marie 86), essa ne favorisce cioè l'azione in modo straordinario.

Infatti se si iniettano dosi 100000 volte inferiori a quelle che non danno neppure rigidità dell'arto, ma commiste con tuorlo d'uovo, si possono provocare effetti tetanici locali, mentre una mescolanza con l'albume d'ovo non produce la più piccola azione.

Noi ameremmo che in queste esperienze si scegliessero le condizioni più semplici, mentre qui la semplicità è solamente nel modo di procurarsi il materiale d'esperimento. Il tuorlo d'ovo non è sola lecitina; secondo il Bergell 87) da Kg. 2,200 di tuorlo d'ovo si possono ottenere circa 120 gr. di lecitina pura e però nella esperienza interessantissima del Marie non possiamo riconoscere unicamente l'influenza della lecitina.

Cotesta influenza non è meglio dimostrabile neppure dalle esperienze del Centanni 88) eseguite mediante estratti eterei del tuorlo d'ovo, di fegato, di intestino, di sangue e di altri organi. Egli ha veduto che questi estratti aumentano l'attività della diastasi epatica, che massima è l'azione dell'estratto d'ovo, mentre un estratto di lievito è inattivo! La diastasi stessa estratta con etere è inattiva, ma diviene attiva se venga trattata con l'estratto d'ovo.

L'ebullizione, la dialisi non indeboliscono questa azione attivatrice e quì veramente troviamo che l'effetto è anche troppo forte per la sola lecitina oltre che per una chinasi, perchè come abbiamo veduto già temperature superiori a 70° alterano più o meno fortemente la lecitina medesima.

Bisognerebbe adunque ammettere che le azioni attivatrici notate dal Centanni fossero dovute se non alla lecitina ad altri fosfatidi od a gruppi azotati che dai fosfatidi possono staccarsi.

Un'azione attivante sulla diastasi pancreatica, sulla salivare, su quella del siero è stata dimostrata dal Minami 89) negli estratti eterei, ottenuti anche con etere di petrolio o con benzolo dal fegato e dal rosso d'ovo.

Invece secondo questo autore la lecitina o in sospensione acquosa o sciolta in etere o in etere ed alcool o in alcool metilico arresta tutte queste diastasi.

Più particolarmente furono esposte osservazioni di questo genere già dal Lapidus 90). Egli si è valso della lecitina (agfa) ed ha notato che con questa nel rapporto di 1:5000 di menstruo e alla temperatura ambiente si arresta l'azione della ptialina. A questa temperatura non si arresta l'attività dell'amilopsina, ma bensì alla temperatura del corpo.

Quanto alla diastasi del siero essa è resa inattiva alla temperatura ambiente e invece a 37° ora è inattivata, ora accelerata.

La diastasi del succo enterico è sempre attivata alla temperatura del corpo.

Merita poi speciale attenzione il fatto che i sieri inattivati dall'etere sono resi attivi dall'aggiunta di lecitina. Parrebbe quasi che questa aggiungesse ai sieri, quello che l'etere aveva tolto o modificato, mentre si è visto più sopra che la semplice aggiunta di lecitina a siero normale attivo gli toglie l'azione diastasica!

Si è fatta anche la questione se i lipoidi nell'esercitare azioni di difesa contro veleni, contro enzimi, possano agire anche contro germi e già da Wassermann e Leitz 91) troviamo affermato che la lecitina non ha vera azione battericida, ma rende l'organismo più resistente alle infezioni.

Secondo Renshaw e Atkins 92) l'azione battericida della lecitina e dei sali di colina non può negarsi, ma però essa manca nel 10 %, dei casi esaminati e questo è già un grave argomento contro l'azione stessa!

Il Calcaterra 93) ha osservato che l'aggiunta di piccole dosi di lecitina ai brodi culturali favorisce lo sviluppo del bacillo del Löffler e può aumentarne la virulenza, mentre dosi elevate arrestano lo sviluppo del bacillo della difterite e nuociono quindi alla produzione di tossina.

Una infezione molto diffusa e purtroppo di prima importanza merita di essere ricordata a proposito del suo rapporto con la lecitina.

È noto un aumento di lipoidi nel siero durante il trattamento con tubercolina, o preparati simili. Il Calmette ha attribuito appunto alla lecitina un'azione svelenatrice sulla tubercolina, ma già questo fatto non si è potuto confermare dal Beyer 94) nè mediante iniezioni ipodermiche, nè con l'aiuto della cuti od oftalmoreazione. Ma oltre a ciò nelle esperienze del Beyer non si è potuto dimostrare un'azione battericida della lecitina e suoi preparati sulle culture difteriche, e ciò veramente contraddice anche alle osservazioni ben ripetute di Bruschettini e Calcaterra.

Secondo il Beyer l'aumento dei lipoidi nel siero è un fenomeno comune delle infezioni.

Si è dibattuta la questione se colesterina e lecitina valessero a neutralizzare il virus rabbico.

Era interessante il rispondere a questo quesito perchè come è noto il virus rabbico prospera specialmente sulla sostanza nervosa ove si ha abbondanza appunto di lecitina e di colesterina.

L'Almagià 95) ha affermato che la colesterina opera tale neutralizzazione, ma poco dopo il Marie 96) comunicava che nelle sue esperienze eseguite sopra virus fisso la colesterina e la lecitina non avevano dimostrato di possedere alcuna azione lissicida.

Venne in seguito il Fermi 97) con numerosissime esperienze eseguite con materiale

molto vario. Secondo il Fermi sperimentando sopra virus fisso si osserva che la lecitina, la colesterina, il tuorlo d'ovo, la bioplastina sono sprovvisti di azione lissicida in vitro, non solo se usate in emulsione oleosa, ma anche emulsionate nello stesso virus fisso, anche se il contatto di dette sostanze col virus si sia prolungato fino a 3 ore alla temperatura di 37° e per 24 ore a 20°.

Inoltre il Fermi avrebbe ancora dimostrato che lecitina e colesterina non possiedono azione battericida in soluzioni al 2,5 % anche alla temperatura di 35° e i germi sui quali questa azione fu provata sono lo stafilococco dorato, il micrococco tetrageno settico, la sarcina lutea, il bacillo del tifo, un paratifo, il bacillo del carbonchio, il bacillo sottile, il difterico, il saccaromyces albus, il penicillum glaucum.

In una seconda pubblicazione il Fermi 98) ha cercato anche se queste sostanze esercitassero un'azione vaccinante o immunizzante contro l'infezione rabbica da virus fisso e da virus di strada ed ha confrontato dette sostanze con un suo vaccino antirabico formato con virus rabbico neutralizzato da acido fenico in modo speciale.

Gli animali di prova erano muridi infettati per iniezione sotto cute, che, secondo il Fermi, produce costantemente lo sviluppo della rabbia. Ora, degli animali previamente infettati con virus di strada sopravissero:

per l'uso del vaccino Fermi il 100 %
per iniezione di tuorlo d'uovo . 87 »
di colesterina e lecitina . . 80 »
di sola lecitina . . . . . 58 »
di bioplastina . . . . . 69 »
di colesterina . . . . . 11 »

Degli animali poi infettati con virus fisso sottocute e trattati con iniezioni come i precedenti sopravissero:

0 % di quelli trattati col vaccino Fermi
33 % trattati con lecitina e colesterina
30 % trattati con sola lecitina.

I risultati sono veramente straordinari e non si sa come non si siano successivamente cimentate contro altre infezioni certo non più gravi della rabbia coteste sostanze che come il tuorlo d'ovo sono proprio alla portata di tutti!

Il Repetto 99) ha ripreso le prove in riguardo alla colesterina ed ha riconfermato i risultati del Fermi e del Marie sperimentando sopra 3 cani e 16 muridi e non ha trovato nessuna azione lissicida nella colesterina, attribuendo alle esperienze dell'Almagià il valore di pura accidentalità in ragione del piccolo numero di prove.

Ma recentemente il Fukuhara 100) è tornato sull'argomento e sperimentando sul virus rabbico in vitro ha veduto che esso è ucciso dall'acido oleico, dall'oleato di sodio e dalla lecitina. L'acido oleico, è atto ad uccidere anche il virus della peste aviaria e il vaccinico.

Effetti lusinghieri dall' uso della lecitina nell' organismo, contro infezioni, contro lesioni da condizioni varie patologiche, difese esercitate dalla colesterina e da molti, da tutti forse i lipoidi che si riscontrano nell' organismo sono ormai sufficientemente dimostrate, sono i fatti negativi che hanno bisogno ora di essere illustrati più dei positivi, che sono molto numerosi.

E anche i buoni risultati ottenuti dai lipoidi contro infezioni che attaccano proprio i tessuti più ricchi di lipoidi attivi come il cervello e il midollo spinale ci dicono come si debbano ammettere modificazioni speciali nei lipoidi degli organi affetti da alterazioni che la lecitina o la colesterina possono combattere.

Già Porges e Neubauer 101) hanno veduto che emulsioni di lecitina sono modificate dagli elettroliti come quelle di albumina a seconda delle sostanze *liotrope*. La lecitina agirebbe più dell' albumina in ragione dello strato lipoide che involge le cellule, perchè il magnesio si comporta come metallo alcalino terroso con lecitina e come alcalino con albumina, perchè le concentrazioni saline fisiologicamente possibili agiscono sulla lecitina e non sull' albumina.

Le modificazioni che avvengono nella lecitina si possono vedere del resto anche dagli effetti della introduzione per bocca. Il Franchini 102) ha notato che l' alimentazione contenente lecitina fa aumentare il contenuto di lecitina del fegato e dei muscoli, ma non quello del cervello.

L' aumento notato nel fegato si mantiene al massimo per 15 giorni dopo la cessazione della somministrazione. Nelle urine si trova un lieve aumento dell' acido fosfoglicerico, non si rinviene colina, ma bensì acido formico quale prodotto di scomposizione della colina.

Nelle fecce ricompare una lieve quantità di lecitina. Oltre all' aumento di lecitina nel fegato e nei muscoli si ha pure aumento di acido fosfoglicerico. Queste esperienze sono state fatte nei conigli.

Importante è anche il vedere quale sia il contenuto di lecitina nei diversi tessuti ed in varie condizioni che riguardano alterazioni del sistema nervoso: Il Glikin 103) ha osservato che nel midollo delle ossa la lecitina cresce con l' età fino ad un certo periodo ed in certe specie animali.

Il materiale è stato estratto con alcool e cloroformio e l' estratto trattato con etere. Su questo prodotto ultimo di estrazione seguendo l' indicazione di Diakonow il Glikin ha determinato l' anidride fosforica e da questa è risalito alla quantità di lecitina.

In un vitello giovanissimo si trovò il 6,76 % in un montone altrettanto giovane il 6,51. In un maialetto di 20 ore 30,16 % e in un altro di 24 ore 31,16 %. In un cane appena nato riscontrò il 37,70. In un bimbo di 13 mesi e mezzo 29,24, in un altro di 16 mesi 24,93 ed in uno di 2 anni 13,38 %.

In altra pubblicazione il Glikin 104) ha rivolto la sua attenzione al contenuto di lecitina nel sistema nervoso di vari malati, ed ha veduto che nei tabetici se ne trovano appena tracce, in casi di paralisi progressiva si notano o quantità normali, o diminuzione e talora anche mancanza assoluta di lecitina.

Proseguendo poi le sue ricerche sulla lecitina complessiva di un organismo animale il Glikin 105) ha rilevato che si trova una maggior copia di lecitina in quelle specie in cui come per l'uomo si ha bisogno di assistenza subito dopo la nascita, mentre gli animali che appena nati corrono liberamente o possono anche procurarsi il cibo senza bisogno di aiuto e non nascono ciechi, implumi, deboli, come gli altri, il contenuto di lecitina totale è molto minore.

Ciò si verifica anche per gli uccelli. I piccioni, le tortore, gli uccelli di nido che richiedono l'assistenza dei genitori, nascono da ova che contengono una quantità molto maggiore di lecitina che non siano i polli, che appena usciti dal guscio razzolano intorno a procurarsi il cibo.

È importante anche la limitazione del ricambio materiale che segue alla introduzione di lecitina o di prodotti analoghi e che si è scambiato da molti come un fenomeno di sostituzione di prodotto, di reintegrazione del fosforo deficiente.

Già in mie esperienze (5) avevo notato che l'iniezione di glicerofosfati o di fitina produceva un risparmio nella eliminazione del fosforo e nel mio laboratorio il Dott. Fratta 106) dimostrò che questo fatto si osservava anche per la iniezione di lecitina e si riferiva oltre che all'azoto anche al fosforo eliminato mediante le urine e le fecce.

Ho citato più sopra le mie esperienze nelle quali la fosfaturia da cura antirabica può essere completamente sospesa dall'uso contemporaneo di fitina cioè di un sale inositfosforico del calcio e del magnesio e interessanti sono quelle ulteriori dei miei allievi Dott. Venturi e Massella 107), che hanno particolarmente saggiato l'eliminazione delle varie forme di azoto e del fosforo per le urine e per le fecce in uomo sano. In tutte queste prove si è avuto costantemente la dimostrazione di un risparmio in fosforo e in azoto da parte dell'organismo.

Una ritenzione di azoto del 10,9 a 16,4 % si è notata anche dall' Yoshimoto 108) in cani cui si erano somministrate dosi di 2 a 4 gr. di lecitina, e inoltre si è osservato anche da questo stesso autore una diminuzione dell' eliminazione del fosforo.

Sono questi certamente fenomeni molto complessi, perchè da molte circostanze può dipendere il risparmio di un organismo e innanzi tutto da due fatti principali cioè da un minore consumo dell' organismo e da maggiore profitto dei materiali introdotti con l' alimentazione.

Si consideri a questo proposito il fatto osservato dal Wilczinski 109), esso pure complesso, ma che rappresenta indubbiamente in ultima analisi un risparmio dell' organismo. Il Wilczinski ha veduto che la lecitina in dosi giornaliere di mezzo gramma ritarda o diminuisce lo scolo mestruale.

Certamente se i soggetti di osservazione fossero stati mal scelti, e cioè fra loro si fossero trovate delle donne sofferenti per lesioni guaribili con l' uso di preparati di fosforo qualunque esse fossero, il fatto perderebbe molto della sua importanza, ma se invece si è sperimentato su donne normali e si è ottenuta la diminuzione ricordata, dovrà ammettersi che l' osservazione ha notevole importanza riferibile o a modificata funzione del sistema nervoso, o dell' ovaia, o dell' utero, o delle condizioni vasali sanguigne.

IV. Esperienze proprie.

Fra così grande e così notevole serie di fenomeni aggiudicati ad influenza dei lipoidi o più particolarmente della colesterina e della lecitina, evidentemente aveva grande interesse la ricerca di una prima distinzione fra i lipoidi estratti dal cervello per effetto della cloroformizzazione e per dir meglio, interessante si presentava il determinare quali lipoidi oltre che quanto di essi, rimanessero nella sostanza cerebrale di animali profondamente addormentati con cloroformio, per arguirne sulla importanza degli uni e degli altri nella produzione della narcosi.

Le esperienze di Bibra ed Harless, avevano affermato una diminuzione dei lipoidi cerebrali per la eterizzazione ed un aumento dei lipoidi del fegato, il Sieber ha dimostrato una diminuzione notevole dei fosfatidi cerebrali nell' avvelenamento da alcool etilico, il Calabrese ha veduto nel rene una copia notevole di grasso nella cloroformizzazione e tuttavia il Lattes non ha potuto dimostrare che nel sangue aumenti la quantità dei lipoidi durante la cloroformizzazione, come dovrebbe notarsi se il cloroformio esportasse dai centri nervosi una certa quantità dei lipoidi medesimi.

Finalmente il Carati riescì a provare nei cani una deficienza di lipoidi cerebrali per opera della cloroformizzazione e una influenza biologica speciale, opposta anzi fra i lipoidi estratti da cani normali, e quelli estratti da cani cloroformizzati.

Le notizie che ho dato più sopra dimostrano che indubbiamente la lecitina e forse altri fosfatidi hanno azioni varie, alcune comuni con altri lipoidi, altre essenzialmente diverse, sicchè la opportunità di distinguere almeno i fosfatidi dalla colesterina e grassi nei lipoidi cerebrali di cani sani e di altri sottoposti a cloronarcosi si presentava evidente. Io avrei desiderato di eseguire una estrazione accurata e sicura dei lipoidi in modo da poter rigorosamente separare la lecitina e i fosfatidi principali e poi la colesterina e gli altri grassi.

Già le osservazioni di vari autori, che hanno dovuto tralasciare i metodi anche più moderni di separazione avevano raffreddato il mio entusiasmo che poi fu del tutto congelato dalla lettura delle note fornite molto diligentemente da Ivar Bang 110), il quale non ammette che siano sicure le notizie che sono diffuse sul contenuto di lecitina dei vari organi. Il Bang per ammettere che nel cervello si trovi veramente lecitina sente il bisogno di richiamarsi alle osservazioni del Thudichum 111) il quale ne avrebbe determinata la presenza, dopo gli studiosi che l' hanno preceduto in un tempo, in cui l'indagine era meno sicura.

Il Fraenkel 112) tuttavia valendosi del metodo stesso del Thudichum col cloruro di cadmio ha trovato nel cervello un triaminofosfatide invece della lecitina che come è noto è un monoaminomonofosfatide.

È cotesto un effetto di alterazione della sostanza durante la estrazione? Secondo il Bang (loc. cit. pag. 52) anche il metodo del cloruro di cadmio si deve respingere perchè altera la lecitina e si deve ricorrere piuttosto al metodo di Erlandsen, che è un processo fondato su estrazione con etere dapprima poi con alcool e successive precipitazioni

dall' estratto primitivo valendosi dell' acetone e della soluzione dei residui in alcool a freddo e poi in alcool bollente.

A questo proposito tuttavia ricordiamo che il Thierfelder 113) nella ottava edizione del trattato dell' Hoppe Seyler mette in dubbio appunto la separazione esatta della lecitina fondandosi sulla difficoltà di ottenere detta separazione per i rapporti non fissi e sicuri di solubilità dei vari elementi nei solventi indicati, alcool, etere, acetone.

Il Bang e i recenti non ammettono che la lecitina possa determinarsi dal contenuto di fosforo dell' estratto alcoolico etereo, come aveva proposto l' Hoppe-Seyler 114) e si trova descritto nella 5ª edizione del trattato, metodo che fu diffuso dal Diakonow e che anche recentemente è stato adoperato dal Glikin.

Il Fraenkel 115) crede opportuna per ottenere i lipoidi cerebrali una estrazione frazionata. Egli consiglia di estrarre dapprima con acetone per allontanare principalmente la colesterina e poi successivamente estrarre con etere di petrolio, benzolo, alcool assoluto, alcool a 85 % ed etere.

Secondo questo metodo il Fraenkel avrebbe determinato nel cervello umano in cifre tonde $^2/_3$ di sostanze lipoidi e $^1/_3$ di albuminose nel residuo secco totale. Dei lipoidi il 17 % sarebbe dovuto a colesterina, il 48,29 a combinazioni non sature, il 34,48 a combinazioni sature e le estrazioni parziali in un cervello umano che conteneva il 23 % di sostanza secca avrebbe dato per cento di questa i seguenti valori:

Estratto acetonico	colesterina	10,96
	fosfatidi e altre sostanze .	9,64
dall' etere di petrolio		27,836
dal benzolo		13,53
dall' alcool		6,256
dall' etere		0,916
Residuo di proteine etc.		31,628

Abbiamo riportato questo quadro come saggio del metodo, che tuttavia non crediamo giusto, anche in corrispondenza di quanto è accennato da Thierfelder e da molti altri.

Il Nerking 116) dopo aver esposto il metodo di Hoppe-Seyler-Diakonow e notato che non è sufficiente neppure una determinazione sussidiaria dell' azoto contenuto, che oltre al fosforo esprimerebbe una caratteristica della lecitina, afferma che giova allo stato attuale della questione contentarsi della determinazione del fosforo. Il disseccare la sostanza in esame, il bollirla nell' alcool ritiene anche il Nerking che sia pericoloso, e quanto al metodo tenuto dal Fränkel, il Nerking nota che già l' Altmann dapprima e poi lo Zülzer l' hanno adottato, ma secondo l' esperienza propria circa il 50 % della lecitina non è precipitato dall' acetone, ma resta sciolto nella soluzione eterea o cloroformica contenente acetone.

Ciò segue quando si ricorra al metodo che abbiamo indicato col nome di Erlandsen come lo designa Ivar Bang e cioè quando si voglia procedere a precipitazioni successive dalla estrazione eterea primitiva.

Il Fraenkel nel caso attuale ha precipitato addirittura con acetone o a dir meglio ha lasciato che l'acetone estraesse solamente quello che poteva prendere in soluzione, ma si vede già dal saggio di estrazione che abbiamo riportato, come l'acetone abbia estratto oltre al 10 % di colesterina il 9 % di fosfatidi, che hanno bisogno di altra determinazione per essere individuati come tali.

Dopo molte prove fatte dal Nerking per valersi dell'estrazione mediante acetone, egli ha trovato che la soluzione acetonica è priva di fosforo, cioè non contiene più tracce di lecitina, solamente quando si sia aggiunta alla dissoluzione eterea primitiva un po' di cloruro di magnesia sciolto in alcool. Tuttavia è bene ricordare che il permanere del fosforo nella dissoluzione acetonica non vuol dire permanenza di lecitina bensì di fosfatidi, coi quali la lecitina non può essere confusa perchè essa non li rappresenta tutti!

Il Collison 117) ha fatto un confronto fra tre metodi usati per l'estrazione della lecitina, ma sembra che egli chiami lecitina tutto quello che può ottenersi da una estrazione eterea successiva ad altre manipolazioni o da una estrazione con cloroformio acido.

Infatti egli confrontò il metodo *a*) e cioè estrazione con alcool anidro, e successiva estrazione dall'estratto alcoolico secco con etere anidro e filtrazione.

b) Estrazione con alcool a 95 % ed estrazione dell'estratto alcoolico secco con etere anidro e filtrazione.

c) Estrazione con alcool a 95° ed estrazione dall'estratto alcoolico secco con acqua di cloroformio acida.

Coi metodi *b* e *c* il Collison ha trovato valori del 10 % più forti che col metodo *a* il quale per questa ragione egli dice, non merita di essere accolto.

Il processo di esame è molto spiccio e se noi riteniamo che non porti a conchiusione erronea, ciò avviene per un dato di fatto molto importante e cioè che è dimostrato come la estrazione da materiale assolutamente disidratato con alcool assoluto dà una quantità minore di prodotto, ma per la qualità non è facile certamente il pronunziarsi. L'Elfer 118) anzi si è studiato di proporre un metodo per disidratare il materiale di esperimento avanti di procedere alla estrazione dei lipoidi. Egli consiglia di trattare la sostanza in esame col 50 % di fosfato bisodico previamente disidratato fra 150° e 170° e poi far seccare su acido solforico.

Se si potesse fidare tranquillamente alla osservazione del Thudichum, che la lecitina si altera a secco solamente a 100°, o anche far conto della più timida dichiarazione del Mac Lean 119) che la estrazione con alcool può essere portata fino a 50°, senza timore di alterare la lecitina, noi consiglieremmo di seguire un metodo proposto dal Virchow 120) e che non è altro se non una applicazione di quello dato da Hoppe-Seyler e Diakonow e seguito da Glikin. Esso avrebbe anche il grande vantaggio di richiedere una piccolissima quantità di sostanza, un solo gramma, dal quale tuttavia dato il rapporto percentuale della lecitina e il contenuto di questa in fosforo non potrà attendersi se non 1 o 2 milligrammi di fosfato, che certamente non danno una grande sicurezza di pesata, ma si potrebbero sicuramente determinare con altro metodo analitico. Ed ecco il metodo del Virchow: un gramma di sostanza viene bollita tre volte in 10 cc. di

alcool assoluto. Si filtra la soluzione alcoolica così ottenuta, si distilla l' alcool e l' estratto alcoolico viene trattato con etere. È in questo modo che si intenderebbe di aver ottenuta la sola lecitina, se essa non fosse stata in parte distrutta dalla ebullizione in alcool.

Il processo successivo non è che uno dei modi di determinazione del fosforo come pirofosfato di magnesia e cioè: si allontana l' etere, si ossida il residuo con acido nitrico fumante, la soluzione evaporata in crogiolo di platino è addizionata di 5 gr. di miscela di nitro e di soda. Si riprende il sale fuso con acqua acidula, si neutralizza con ammoniaca fino a precipitazione come pirofosfato di magnesia.

Questi i metodi di determinazione in uso oggi, ma è evidente che esperienze biologiche di confronto dirette a stabilire la presenza di composti fosforati cui possano attribuirsi azioni speciali diverse da quelle di un grasso neutro o della colesterina, non avevano il bisogno di una sicurezza matematica, che d' altra parte nessuno dei processi chimici a tutt' oggi proposti e adoperati ci poteva fornire.

Io ho quindi scelto una via simile a quella tenuta dal Glikin, dal Nerking, da Mayer e Schaeffer, da Virchow, ho seccato la sostanza cerebrale rapidamente sopra bagno maria in modo che la temperatura non raggiungesse quella di ebullizione dell' acqua sottostante e ciò ho ottenuto distribuendo la sostanza nervosa in piccoli brandelli sopra un piatto di porcellana collocato sopra un bagno maria piuttosto profondo. Un termometro collocato in mezzo alla sostanza non dimostrò mai una temperatura superiore a 60°.

La sostanza nervosa così disseccata e sminuzzata era posta in un cartoccio di carta da filtro e collocata in un estrattore Soxhlet con collegamenti lavorati a smeriglio senza sughero.

Per l' estrazione in queste prime esperienze mi sono servito piuttosto dell' etere, perchè mi ero prefisso di ricercare nel modo migliore le sostanze lipoidi contenenti fosforo e particolarmente la lecitina ed è noto che questa specialmente si estrae con l' etere, mentre molti altri prodotti azotati si estraggono dall' alcool. Tuttavia ho eseguito anche la estrazione con alcool, facendo qualche prova con la precedenza dell' etere, qualche altra con la precedenza dell' alcool e cioè sottoponendo rispettivamente la sostanza prima ad uno e poi all' altro dei solventi.

È noto che non è la stessa cosa estrarre prima con alcool o con etere, sembra che l' alcool renda solubili in etere sostanze che prima non lo erano, quando cioè contenevano un po' d' acqua e l' Erlandsen particolarmente si è occupato di questa questione.

Io ho veduto che col mio metodo di estrazione e cioè prolungando l' operazione nel Soxhlet per 24 ore con etere e successivamente sottoponendo il residuo di sostanza cerebrale già sgrassato dall' etere all' azione dell' alcool per altre 24 ore, si ottiene sempre qualche po' di materiale e cioè dal 6 all' 8 per cento di sostanza cerebrale secca, quando da questa si siano già ottenuti circa 45 di lipoidi per cento di sostanza cerebrale trattata per 24 ore con l' etere.

Quando invece ho fatto precedere la estrazione con alcool ed ho ottenuto dal 48 al 53 di lipoidi estratti da cento di sostanza cerebrale secca, sottoponendo poi il residuo

all' azione dell' etere o non ho ottenuto nessuna traccia pesabile di lipoide o questa si è limitata all' 1 o anche solamente al 0,1 di estratto lipoide per cento di sostanza cerebrale secca.

Mi propongo in una seconda comunicazione di cercare nel medesimo materiale le differenze che si riferiscono precisamente a questa maniera di estrazione e il contenuto rispettivo in fosforo dei lipoidi così ottenuti, dacchè nelle presenti ricerche non mi sono curato in particolare di questo fatto premendomi di stabilire solamente i rapporti fondamentali fra lipoidi fosforati e lipoidi totali.

Il mio allievo Carati aveva invece seguito l' indicazione fornitagli dal Fukuhara e cioè aveva cercato di ottenere la massima quantità di lipoidi dalla sostanza cerebrale e perciò prima aveva estratto con alcool e poi con etere riunendo le due sorta di lipoidi in un solo campione. Se veramente si ottenga maggior copia di lipoidi facendo precedere l' estrazione con alcool, io non posso per nulla affermare, crederei anzi che avvenisse l' opposto, ma per una recisa soluzione del quesito occorre operare le due estrazioni sullo stesso materiale di prova il che io non ho fatto. I lipoidi estratti erano evaporati prima sopra bagno maria e poi collocati entro essiccatori con cloruro di calcio tenuti in termostato a 40°.

Per procedere alla determinazione chimica, allo scopo di aver un materiale omogeneo, il che non si ha se si lascia il lipoide a evaporare, notandosi precipitazioni in seno alla soluzione eterea o alcoolica, scioglievo il lipoide con etere o con alcool e mettevo una piccola quantità del soluto più concentrato che mi fosse possibile in vetri da orologio accoppiati che portavo a secchezza assoluta fino a costanza di peso.

Da questi campioni prelevava le quantità occorrenti per la determinazione del fosforo.

Per questa ho scelto il metodo di cui già mi sono valso altre volte e che ho altrove descritto cioè quello dell' Hermann determinando l' anidride fosforica in forma di fosfomolibdato d' ammonio, esso è presso a poco lungo come l' altro indicato anche dal Virchow e che conduce alla pesata del pirofosfato di magnesia, ma è più esatto e permette di dosare con grande sicurezza molto meno di un milligramma di anidride fosforica perchè 1 cc. di una soluzione norm. di soda corrisponde a milligr. 0,2536 di P_2O_5. Il processo analitico da me tenuto è stato descritto nei miei lavori già citati sulla fosfaturia.

Le presenti esperienze sono state eseguite sopra cani adulti di razze e condizioni anche varie, come di varia età, 5 normali e 5 uccisi mediante inalazione di cloroformio. Devo notare innanzi tutto che fra i normali è compreso un cane ottenuto dal canile municipale, ove si trovava in osservazione per sospetto di idrofobia. Quando fu ucciso non presentava però nessun sintomo della malattia, il che non esclude per nulla che la infezione non potesse già essere in corso. Molte prove che ho fatto eseguire da mio figlio su animali certamente idrofobi dimostrerebbero una diminuzione dei lipoidi estraibili con etere, saranno fatte con questo ricco materiale anche le determinazioni del fosforo, dalle quali spero di ottenere risultati interessanti. Intanto sopra questo caso nel quale si è trovata una quantità un po' scarsa di lipoidi eterei e una copia notevole di fosforo non si può evidentemente fare assegnamento come sopra caso normale e per questo non l' ho compreso nella determinazione delle medie eseguite.

Il quadro I riguarda in complesso i lipoidi ottenuti mediante etere o alcool dai cani normali e da quelli cloroformizzati e il computo rispettivo per cento di cervello fresco.

TABELLA I. **Lipoidi cerebrali estratti dall'etere e dall'alcool.**

Condizioni dell'esperienza	Lipoidi dall'etere		Lipoidi dall'alcool		Lipoidi in complesso	
	estratti	% di cervello	estratti	% di cervello	% di cervello	per Kg. di cane
I ♂ bracco bastardo Kg. 17 normale	8,60	9,88	—	—	—	—
II ♂ lupetto bastardo Kg. 7,6 sospettato idrofobo.	5,86	9,76	—	—	—	—
III ♀ setter bastardo Kg. 18, normale	10,80	10,49	2,59	2,51	13,—	0,743
IV ♂ danese bastardo Kg. 26 normale	0,00	0,00	13,14	12,28	12,28	0,505
V ♂ pastore vecchissimo Kg. 41,8 digiuno da 4 giorni	0,35	0,36	11,17	11,51	11,87	0,277
Medie	—	**10,04**	—	**11,89**	**12,38**	—
VI ♂ bastardo Kg. 7 — gr. 8 cloroformio in 20'	6,30	10,16	1,—	1,61	11,77	1,040
VII ♂ bastardo vecchio Kg. 18 — gr. 13 cloroformio in 45'.	10,34	10,55	1,27	1,29	11,84	0,644
VIII ♂ bracco bastardo Kg. 32,5 ucciso per cloroformio, circa 20 gr. .	9,92	10,33	0,71	0,74	11,07	0,327
IX ♂ bastardo Kg. 7 gr. 15 cloroformio in 15'	6,44	9,61	1,35	2,01	11,62	1,112
X ♀ barbone adulto Kg. 9,2 gr. 8 cloroformio in 15'.	0,04	0,05	7,93	11,22	11,27	0,866
Medie	—	**10,16**	—	—	**11,51**	—

Se confrontiamo le cifre complessive dei lipoidi estratti tanto con alcool come con etere dai cani III, IV e V troviamo che essi hanno dato una media di 12,38 % di cervello, più alta cioè di quella ottenuta dal Carati, che aveva trovato 9,92. I miei valori estremi furono da 11,87 a 13 e i suoi da 8,5 a 11,6. Credo di poter attribuire la differenza all'apparecchio di estrazione col quale egli ha eseguito tutte le sue prove e che non dava una ricaduta abbondante, sicchè forse l'estrazione non potè riescire esauriente.

I nuovi apparecchi che io ho avuto a disposizione corrispondono molto meglio allo scopo specialmente se vengano vigilati, dal punto di vista della regolarità d'accesso dell'acqua nei refrigeranti e delle fiamme nei bagni maria. Ciò naturalmente non porta nessuna modificazione alle deduzioni del Carati, perchè egli ha usato sempre lo stesso metodo, come ho fatto io tanto per i cani normali, come per quelli cloroformizzati.

Osservo che nel cane V che era vecchissimo, ed era rimasto a digiuno da 4 giorni, essendosi rifiutato di mangiare e si muoveva a stento, si è trovata la minor copia di lipoidi complessivi, non posso dire però particolarmente di quelli eterei, perchè essi furono estratti dopo il trattamento con alcool e la quantità ricavata fu minima e tale da non potersi prendere in considerazione come elemento a sè.

Se si confronta la media di lipoidi ottenuti dall'etere, con quella ottenuta dall'alcool si trova che la prima fu di 10,04 per cento di cervello fresco e la seconda fu di 11,89. Si estrae dunque effettivamente di più col solo alcool, che non col solo etere, il che si comprende dalle nozioni che abbiamo esposto precedentemente.

Si vedranno meglio nelle esperienze che pubblicherò in seguito le influenze rispettive dell'estrazione primitiva con etere o con alcool, il che qui non si può ben rilevare.

Si osserva bensì dal cane III in cui precedette l'estrazione con etere, che essa potè ricavare il 10,49 di lipoidi e che successivamente l'alcool estrasse ancora 2,51, mentre nei casi IV e V dopo l'estrazione primitiva eseguita con alcool e che diede rispettivamente 12,28 e 11,51 non si estrasse con etere, nulla nel primo caso e 0,36 nel secondo!

Ne verrebbe dunque, se questa scarsa prova fosse sufficiente a dimostrare un fatto di questo genere, che l'alcool può estrarre tutto o quasi tutto quello che può estrarre l'etere, mentre questo non toglie tutto quello che l'alcool può togliere al cervello.

Anche ciò sta perfettamente coi dati di fatto riguardante le rispettive solubilità dei lipoidi.

Le cifre segnate nell'ultima colonna della tabella hanno un valore relativo alla massa cerebrale di ogni cane. I tre cani III, IV, V erano tutti tre grossi poichè pesavano 18, 26, 42 Kg. circa, le loro masse cerebrali non ostante le differenze notevolissime l'una dall'altra erano quasi eguali e cioè 103, 107 e 97 gr. Si sa benissimo che nei cani a seconda delle razze si trovano delle enormi differenze nella massa del cervello e anche qui si ha una prova del fatto. Il cane di 42 Kg. con una mole molto più che doppia aveva un cervello più leggiero e in ragione di questo presentò un rapporto bassissimo fra i lipoidi del suo cervello e il peso del corpo, molto più poi da che anche in via assoluta la quantità dei suoi lipoidi cerebrali era bassa.

Tuttavia dare un'importanza al rapporto fra lipoidi cerebrali e peso del corpo non è possibile, se non sottoponendolo a quello fra peso del cervello e peso del corpo, e per questo non abbiamo segnato le medie di questi valori, che così per sè non sono paragonabili.

Per comodità di trascrizione abbiamo riunito nella medesima tabella anche i casi che si riferiscono agli animali cloroformizzati.

Per quello che si riferisce alla cloronarcosi eseguita in questi cani dobbiamo notare che gli animali collocati sulla tavola di contenzione erano costretti a respirare nell'imbuto speciale che chiude l'accesso alla bocca e alle narici. Solamente qualche animale più grosso come il N.° VIII può aver introdotto dalla bocca, che non entrava tutta nell'imbuto, qualche po' d'aria non carica dei vapori di cloroformio provenienti dalla spugna collocata nel fondo dell'imbuto dietro la rete metallica, che lo chiude. Così si è misurata la quantità del cloroformio impiegato dalla perdita in peso della bottiglia che serviva ad imbevere la spugna.

Tabella II. **Anidride fosforica contenuta nei lipoidi estratti.**

Cane	Cloroformio somministrato in gr.		Anidride fosforica		
	per Kg.	per Kg. e minuto	% di lipoide etereo	% di lipoide alcoolico	% di lipoidi complessivi
I	norm.	— —	1, 78	— —	— —
II	idrofobo ?	— —	2, 62	— —	— —
III	norm.	— —	2, 42	1, 68	2, 27
IV	norm.	— —	— —	2, 20	2, 20
V	norm.	— —	— —	2, 32	2, 32
Medie	— —	— —	**2,27**	**2,26**	**2,26**
VI	1, 14	0, 057	2,49	— —	— —
VII	0, 72	0, 016	2, 61	2, 32	2, 57
VIII	0, 61	— —	2, 55	1, 91	2, 50
IX	2, 14	0 142	2, 76	2, 56	2, 72
X	0, 869	0, 057	— —	2, 29	2, 29
Medie	— —	— —	**2,60**	**2,59**	**2,52**

Si è potuto determinare come si vedrà nella tabella II la quantità di cloroformio impiegata per Kg. d'animale e riferendo questa alla durata della cloroformizzazione si è potuto anche segnare la velocità della somministrazione.

Certamente queste determinazioni valgono più che altro come norme delle condizioni di esperienza, ma non hanno un rigore assoluto perchè nella spugna un po' di cloroformio doveva rimanere e rimaneva, nè dal peso di essa poteva arguirsi alcun che, perchè essa accoglieva anche vapor d'acqua dalla espirazione del cane e così il suo aumento dal peso iniziale non era dovuto che in minima parte a cloroformio rimastovi non inalato, ma bensì ad acqua della espirazione.

Come si vede le dosi di cloroformio riferite al peso degli animali hanno variato abbastanza l'una dall'altra propriamente per diversa resistenza degli animali e la durata della cloroformizzazione da 15′ a 45′ dimostra che in nessuno la morte fu improvvisa. Le dosi da noi adoperate rappresentano altrettante dose mortali, perchè l'animale non fu ucciso altrimenti e non crediamo possa essere avvenuta nessuna distruzione del cloroformio nell'organismo quale è indicata dalle esperienze del Lehmann e del Nicloux.

Il Lehmann 121) ha somministrato cloroformio per lungo tempo in dosi però non mortali a uomini ed a animali ed ha veduto che nell'uomo già dopo i primi 20′ l'assorbimento del cloroformio scema; mentre da principio esso varia da 74 a 80 % successivamente si riduce al 10 %.

Negli animali, da principio l'assorbimento è del 27 al 30 % alla fine della 2ª ora è al 20 %, alla fine della 3ª ora al 10 %. Dopo 2 a 3 ore si ha una saturazione approssimativa dell'organismo con cloroformio. Secondo il Lehmann dal 42 al 90 % del cloroformio assorbito viene eliminato, sicchè la distruzione talora sarebbe minima.

Secondo il Nicloux 122) dopo 30′ di prolungata narcosi profonda nei cani si è distrutto circa gr. 0, 10 di cloroformio per Kg. d'animale, e come prodotto di distruzione del cloroformio si trova solamente un aumento dei cloruri delle urine.

La rapidità della cloroformizzazione adunque nei nostri casi dovrebbe render conto di una fissazione massima nell'organismo e di quelle azioni che si fanno sentire direttamente sul sistema nervoso e devono determinarne le modificazioni funzionali e presumibilmente quelle chimiche.

Leggendo dunque il risultato delle estrazioni dei lipoidi negli animali cloroformizzati, vediamo che anche in questi l'aver fatto precedere il trattamento dell'etere a quello dell'alcool ha lasciato nel residuo cerebrale una quantità di lipoidi estraibili con alcool, variabile da 0,71 a 1,35 % di cervello fresco. L'estrazione primitiva con alcool ha lasciato appena 0,052 di lipoide estraibile con etere da 100 di cervello ed anche da queste prove di cani cloroformizzati si è rilevato che l'alcool da solo estrae dal cervello anche nei cani cloroformizzati una quantità maggiore di lipoidi e cioè in una prova 11,22 in confronto dell'etere da solo, che ha estratto in una media di quattro casi 10,16.

Come si comportano i lipoidi eterei e quelli alcoolici, dopo la cloroformizzazione? La tabella II non ci mostra nessuna differenza nella quantità di lipoidi estratti con l'etere dai cervelli cloroformizzati in confronto con quelli normali. Anzi le medie mostrerebbero un lieve aumento di 12 centigr. per cento di sostanza cerebrale. Il contenuto di lipoidi eterei nei cervelli normali era di 10,04 %, quello dei cervelli cloroformizzati fu di 10,16.

Se con l'etere oltre alla colesterina e ai grassi si estrae principalmente lecitina e non altri corpi azotati, che invece l'alcool può togliere, ne verrebbe già di conseguenza, che il non veder scemare l'estratto etereo, mentre il complesso dei lipoidi nelle esperienze del Carati e anche nelle mie è scemato, corrisponda a che la lecitina non diminuisce affatto sotto la cloroformizzazione.

Se guardiamo ora ai lipoidi complessivi, troviamo che la media arriva a *11,51* contro a 12,38 che abbiamo trovato rappresentare i lipoidi complessivi degli animali normali.

Si nota dunque anche nelle mie esperienze una diminuzione dei lipoidi totali estratti con etere ed alcool dal cervello dopo la cloronarcosi e la diminuzione avviene tutta a carico dei lipoidi estraibili con alcool dopo esaurito il cervello con etere e non dunque a spese della lecitina.

Alle esperienze ulteriori l'illustrar meglio questo fenomeno senza dubbio interessante.

Passando ora alle determinazioni dell'anidride fosforica, riassunte nella tabella II dobbiamo osservare che questa prova non fu eseguita per errore sul lipoide estratto con alcool dal cervello del cane VI.

Dopo aver pesato il lipoide ottenuto, questo per inavvertenza fu gettato via.

Le analisi hanno dato come si disse più sopra un valore elevato per il lipoide estratto

dal cane sospettato idrofobo. Anche se si ponga questo dato nella media di questi lipoidi eterei troviamo che essa arriva a 2,27 % dei lipoidi stessi, mentre le determinazioni analogamente eseguite sui lipoidi dei cervelli cloroformizzati hanno dato una media di *2,60.* I lipoidi estratti con alcool per prima estrazioue contenevano in media 2,26, la prova del cane III nella quale il cervello fu prima estratto con etere e poi con cloroformio dimostrò che i lipoidi così ottenuti avevano un contenuto inferiore di P_2O_5 e cioè 1,68.

Quanto agli animali cloroformizzati osserviamo che i lipoidi alcoolici di prima estrazione contenevano precisamente la stessa quantità di P_2O_5 cioè 2,29 quale si trova come media dei valori rappresentanti i lipoidi di seconda estrazione cioè ottenuti dai cervelli già esauriti dall'etere.

Il contenuto di fosforo dei lipoidi complessivi nelle sue medie ed anche nei singoli valori si mostra più basso nei cani normali, che non in quelli cloroformizzati e la differenza non è certo indifferente, perchè da 2,26 trovati nei lipoidi normali si sale a 2,52 in quelli cloroformizzati, aumento tutto dovuto ai lipoidi eterei, che contengono la maggior copia se non tutta la lecitina.

L'aumento sarebbe di più che l' 11 % del valore normale, mentre la diminuzione della quantità dei lipoidi complessivi fu del 7 circa per 100.

Questi risultati dunque ci permettono di affermare che i lipoidi dei cervelli di cani cloroformizzati estratti dall'etere presentano un contenuto superiore di fosforo che quelli dei cervelli normali.

Che i lipoidi estratti dall'alcool hanno invece presso a poco il medesimo contenuto di fosforo tanto nei cani normali, come in quelli cloroformizzati.

Che i lipoidi estratti coll'alcool da cervelli esauriti con etere hanno lo stesso contenuto di fosforo di quelli prima non esauriti, ma ciò solamente nei cani cloroformizzati.

Invece in un cane normale i lipoidi estratti coll'alcool dal cervello già esaurito dall'etere presentavano un contenuto di fosforo molto inferiore a quello di due altri cani normali trattati nello stesso modo.

Questo fatto che sarà oggetto di più estesa esperienza permetterebbe di pensare che nei lipoidi estraibili con alcool dopo esaurimento prodotto dall'etere ed allontanamento presumibile di tutta la lecitina debba passare per opera della cloroformizzazione una certa quantità di materiale fosforato che prima non si trovava nell'organo analizzato.

Le considerazioni di ordine analitico che abbiamo fatto più sopra, cioè la sicurezza se non assoluta almeno relativa, che il fosforo dei lipoidi estratti con etere sia dovuto a lecitina anche nella mancanza di mezzi migliori che determinino quantitativamente la lecitina stessa, e più ancora la considerazione che il nostro interesse ci porta per ora solamente a distinguere i lipoidi che possono avere l'azione dei grassi acidi o neutri o della colesterina da quelli che contengono fosforo congiunto anche con azoto come nella lecitina ed in altri fosfatidi, queste considerazioni ci permettono per il nostro caso di calcolare dall'anidride fosforica la quantità di lecitina corrispondente e risalire così per differenza ai lipoidi residui sia ottenuti dall'etere, sia totali.

Questi computi si trovano riassunti nella tabella III:

TABELLA III. **Lecitina e lipoidi residui.**

Cane	Lecitina calcolata dal P_2O_5 dei lipoidi eterei % di questi	Lecitina % dei lipoidi totali	Lipoidi eterei residui	Lipoidi totali residui	Lecitina % di cervello
I	20,22	—	79,78	—	1,98
II idrof.	29,76	—	70,24	—	2,90
III	27,49	22,17	72,51	77,83	2,88
Media I, II	**23,85**	—	**76,15**	—	**2,43**
VI	28,28	24,40	71,72	75,60	2,87
VII	29,64	26,25	70,36	73,75	3,12
VIII	28,96	27,02	71,04	72,98	2,99
IX	31,35	25,91	68,65	74,09	3,01
Medie	**29.55**	**25,89**	**70,45**	**74,10**	**2,99**

Finchè non sarà dimostrata la importanza fisiologica speciale dei vari fosfatidi in confronto con la lecitina e particolarmente di quelli che possono essere estratti dall'etere si potranno questi fosfatidi mettere tutti insieme, voglio dire riunire alla lecitina, quel po' di cefalina, di cuorina e quelle tracce di jecorina che secondo Erlandsen possono essere estratte con etere, molto più che esse sono tutte monoaminomonofosfatidi fuori della cuorina.

E si potrà quindi, valutata così la parte dei lipoidi contenenti fosforo, ottenere per differenza dalla somma dei lipoidi eterei o da quella dei totali, i lipoidi residui fra i quali particolarmente merita menzione la colesterina con i grassi neutri.

Si vede così dalla tabella che nei casi normali la quantità di lecitina fu in media di 23,85 % dei lipoidi estratti con l'etere e 22,17 dei totali, ed in corrispondenza la lecitina che si trovò in media su cento di cervello fresco fu di 2,43.

Poichè da prove più volte eseguite ho veduto che i cani da me studiati contenevano nella sostanza cerebrale complessiva circa il 77 % di acqua, ne risulta che la lecitina contenuta in cento di sostanza cerebrale secca sarebbe stata di 10 circa il che corrisponde alle analisi di Petrowski ed altri.

La colesterina e i grassi residui avrebbero raggiunto nei casi normali la cifra del 77,83 per cento di lipoidi totali.

Se ora guardiamo ai risultati del computo per i cani cloroformizzati vediamo che la cifra media rappresentante la lecitina raggiunge il 29,55 invece del 23,85 trovato per i casi normali sopra 100 di lipoidi eterei e 25,89 invece di 22,17 dei lipoidi complessivi.

La lecitina dei cervelli cloroformizzati salirebbe a 2,99 per 100 di materiale fresco invece di 2,43 dei cervelli normali e calcolato per 100 di sostanza secca invece di 10 come si è visto per i normali si avrebbe 13 e cioè un aumento del 10 % circa del valore primitivo normale, come abbiamo detto a proposito delle determinazioni del fosforo.

La colesterina e i grassi residuati scemerebbero quindi di altrettanto sicchè da 77,83 dei casi normali scenderebbe a 74,10 nei cervelli cloroformizzati.

Questi dati di fatto ci conducono dunque alla *conclusione che per opera della cloroformizzazione la lecitina cresce nel cervello e scema invece la colesterina insieme agli altri lipoidi.*

Le determinazioni tuttavia che per le cognizioni sopra esposte ci siamo creduti in dovere di eseguire almeno come prova anche sui lipoidi estratti con alcool ci hanno dimostrato che anche in questi si trova del fosforo e sarebbe evidentemente inesatto il computo fatto più sopra in riguardo alla colesterina e lipoidi residui.

D'altra parte non sappiamo quale formula attribuire agli altri fosfatidi che abbiamo trovato fra i lipoidi estratti con alcool dopo l'estrazione eterea.

Thudichum ha isolato dal cervello un diàminomonofosfatide che ha chiamato sfingomielina e che rappresenterebbe (vedi Bang. op. cit. pag. 72) un componente del protagone, cui darebbe luogo unendosi con cerebrosidi.

Questo fosfatide è insolubile in etere ed è invece solubile in alcool e però potrebbe passare negli estratti alcoolici che seguono alla estrazione con etere.

Anche un altro diaminofosfatide è stato estratto da Erlandsen dai muscoli ed ha pure la proprietà di essere insolubile nell'etere e passare invece nell'estratto alcoolico.

Secondo Rosenheim e Tebb (cfr. Bang. loc. cit.) il contenuto della sfingomielina in fosforo sarebbe di 3,46 %, mentre per la lecitina dai diversi autori si danno le percentuali di 4-3,95-3,79 %.

Crediamo quindi di poter calcolare complessivamente tutto il fosforo che abbiamo trovato nei lipoidi come se appartenesse a lecitina e da questo punto di vista modificare il residuo di colesterina e grassi dei lipoidi totali estratti con etere ed alcool.

Nella tabella IV sono riuniti questi computi col calcolo delle percentuali di fosfatidi e di lipoidi residui ossia colesterina e grassi per cento di cervello.

Le medie normali portano 25,70 di fosfatidi contro 74,30 di altri lipoidi, e per 100 di cervello 3,17 di fosfatidi e 9,21 di colesterina e grassi.

Contro questi dati normali le medie che riguardano i cani cloroformizzati portano 28,62 di fosfatidi sopra 71,38 di colesterina e grassi e per cento di cervello 3,27 di fosfatidi e 8,10 di colesterina e grassi.

Queste cifre che riguardano le percentuali sulla sostanza cerebrale fresca ridotte a quella secca divengono rispettivamente:

per i cervelli normali 13,8 di fosfatidi e 40 di colesterina e grassi

per i cervelli cloroformizzati 14,2 di fosfatidi e 35,2 di colesterina e grassi.

La cloroformizzazione fa dunque aumentare i fosfatidi del cervello e diminuirne la colesterina e i grassi.

Tabella IV. **Fosfatidi calcolati come lecitina dalla P_2O_5 dei lipoidi totali.**

Cane	Fosfatidi % dei lipoidi totali	Lipoidi residui % dei totali	Fosfatidi % di cervello	Lipoidi residui % di cervello	Fosfatidi per Kg. di cane
III	25,78	74,22	3,35	9,65	0,191
IV	24,99	75,01	3,06	9,22	0,125
V	26,35	73,65	3,12	8,65	0,072
Medie	**25,70**	**74,30**	**3,17**	**9,21**	——
VII	29,19	70,81	3,45	8,39	0,187
VIII	28,40	71,60	3,14	7,83	0,093
IX	30,89	69,11	3,58	8,04	0,342
X	26,01	73,99	2,93	8,24	0,226
Medie	**23,62**	**71,38**	**3,27**	**8,10**	——

Se era per lo meno ovvia e semplice la spiegazione che si presentava a interpretare la diminuzione dei lipoidi quale era stata veduta per l'etere anche da Bibra ed Harless e dimostrata per il cloroformio dal Carati, se alla stessa stregua può comprendersi la diminuzione di colesterina e grassi residui, quale è dimostrata dalle attuali nostre esperienze, non può intendersi invece puramente col dato delle solubilità rispettive l'aumento dei fosfatidi e particolarmente della lecitina della quale indubbiamente il cloroformio potrebbe operare la soluzione.

Il cloroformio infatti scioglie tutti i lipoidi, è ammissibile che i fosfatidi vi si sciolgano un po' meno di quel che non faccia la colesterina, ma oltre a non aversi prove decise, non crediamo neppure che determinazioni eseguite sopra sostanze pure che hanno sostenuto l'influenza di vari solventi e di processi talora dimostrati dannosi alla loro costituzione chimica, meritino grande fiducia.

Nel nostro caso tuttavia non abbiamo da discutere sopra l'estrazione più o meno abbondante dei fosfatidi o degli altri lipoidi per opera del cloroformio, ma invece ci troviamo di fronte ad un aumento di fosfatidi da 13,8 % di sostanza cerebrale normale secca a 14,2 % di sostanza cerebrale cloroformata e nel tempo stesso a una diminuzione da 40 % a 35 degli altri lipoidi compresa la colesterina.

È possibile che dai muscoli dello scheletro, dal fegato, dal rene, dal sangue, dovunque insomma è stata dimostrata la presenza della lecitina, sotto l'azione del cloroformio si sia operata una estrazione di essa con deposito sul cervello, quasi ad operare un lavoro di difesa quale è stato dimostrato dallo Stuber e da parecchi altri.

Ma cotesta è una ipotesi che ha fondamento solamente nel risultato che se ne attende e nel fatto che si è osservato.

Per interpretare invece il fenomeno dell'aumento dei fosfatidi o a dir meglio di un aumento nel prodotto di estrazione eterea di fosfatidi, può anche porsi l'ipotesi che sostanze contenenti fosforo e forse azoto non solubili per sè in etere o poco solubili divengano tali sotto l'influenza del cloroformio. Così vediamo cellule e componenti cellulari divenir più facilmente aggressibili da medicamenti o da veleni sotto l'azione di un altro prodotto, così la narcosi mista di etere e cloroformio dà maggiore effetto di quel che non si abbia dalla stessa quantità dei due farmaci adoperati separatamente, così i narcotici agiscono più intensamente e più prontamente dopo la introduzione di un po' d'alcool, così non è indifferente nell'operare l'estrazione dei lipoidi con alcool ed etere, far precedere l'alcool o l'etere, giacchè la primitiva esposizione all'etere, anche nelle nostre esperienze ha dato luogo ad una raccolta di maggior quantità di prodotto.

Ora, tra i fosfatidi il Thudichum ha isolato dal cervello, come si è accennato più sopra, la sfingomielina che è insolubile in etere e quindi non passerebbe nel primo estratto etereo. Potrebbe anche darsi che l'etere la rendesse meno solubile anche nell'alcool successivamente impiegato.

Questa spiegazione è specialmente applicabile a interpretare il comportamento dell'estratto etereo, nel quale la quantità dei fosfatidi è minore nei cani normali che nei cloroformizzati, ma non ci aiuta affatto a comprendere come le estrazioni eseguite con alcool fin da prima abbiano dato una minore quantità di fosfatidi tanto nei cervelli normali come in quelli cloroformizzati.

La sfingomielina non è però a quanto se ne sa, libera nel protoplasma cellulare, essa è forse riunita in quel corpo che un dì rappresentava per eccellenza gli individui chimici della sostanza cerebrale, vogliamo dire il protagone, al quale oggi si dà importanza secondaria.

Fu il Thudichum che a lungo e vivacemente combattè contro l'importanza del protagone come individuo chimico, sostituendogli i vari fosfatidi che presentano infatti costituzione diversa. Ciò poi si è ben riconosciuto in seguito, la morte ha colto il Thudichum prima che egli assistesse alla vittoria del suo concetto.

Oggi come protagone si intende la combinazione della sfingomielina di Thudichum coi cerebrosidi ed è noto (Bang. op. cit. pag. 78) che esso non si estrae con etere o alcool a freddo, ma estratta la sostanza cerebrale con questi due solventi, si ricorre ad una estrazione ulteriore con alcool bollente non prolungata però per più di due minuti.

Queste limitazioni di tempo non ci persuadono molto della sicurezza del metodo ed è per questo che noi abbiamo dei dubbi sulla composizione di questo corpo.

È noto tuttavia non solo per le esperienze di Rosenheim e Tebb, ma anche per quelle di Kitagawa e Thierfelder che si può ottenere la separazione dei due corpi valendosi di alcool che contenga cloroformio e *noi appunto attribuiamo al cloroformio della cloronarcosi l'attitudine a liberare altri fosfatidi estraibili poi con alcool particolarmente ed anche con etere.*

Questa interpretazione non ci serve solamente per la spiegazione del fatto da noi di-

mostrato circa la estrazione di maggior copia di fosfatidi, ma essa vale anche a dimostrare la possibilità di una liberazione di corpi fosforati in seno al protoplasma cellulare o nei liquidi interstiziali, tale da render conto dei fenomeni biologici che si osservano nella narcosi o che possono prodursi con l'iniezione di questi lipoidi in animali sani.

Abbiamo riferito più sopra che il Carati nel nostro laboratorio dimostrò un'azione veramente opposta dei lipoidi di cervello normale e di quelli di cervello cloroformizzato, nel senso che i primi producevano fenomeni di eccitamento, gli altri invece fatti di depressione o di narcosi o di coma.

Dacchè le mie determinazioni mi avevano dimostrato un aumento dei fosfatidi nel cervello dei cloroformizzati e una diminuzione della colesterina e grassi o a meglio dire dei lipoidi residui, era naturale che mi chiedessi se iniezioni eseguite nel modo stesso di quelle dei lipoidi, ma con emulsioni di lecitina o di colesterina, presa questa come tipo dei lipoidi residui portassero fenomeni simili a quelli riscontrati nelle esperienze del Carati.

Innanzi a tutto ho voluto vedere se i lipoidi che io avevo estratto e che erano in quantità maggiore di quella ottenuta dal Carati possedessero le medesime proprietà. Osservo che anche al Carati avvenne talvolta di imbattersi in cani che non presentavano fenomeni di sorta per le iniezioni degli uni o degli altri lipoidi, forsanche erano lipoidi che talora non presentavano gli estremi per la produzione di questi dati effetti.

Nella tabella V sono riuniti per sommi capi e per desiderio di brevità i protocolli delle esperienze eseguite a questo scopo. Ho voluto ricavare dalle tabelle precedenti le dosi dei singoli componenti dei lipoidi adoperati per formarmi un concetto delle rispettive azioni.

Si nota intanto che il cane *a*, ha resistito tanto alla iniezione dei lipoidi normali come a quella del cervello cloroformato.

Il cane *c* ha presentato solamente agitazione per l'iniezione dello stesso materiale ed anche in dosi maggiori di quelle iniettate per la stessa via nel cane *d* in cui si sono osservati fenomeni caratteristici.

Le iniezioni endovenose hanno dato minor risultato anche al Carati, che non le carotidee, ricordo anzi di avergli consigliato di ricorrere alle perfusioni perchè la quantità di lipoidi era scarsa e troppa ne occorreva per le introduzioni endovenose.

Può anche darsi che il minor effetto sia dovuto alla diluizione usata per queste iniezioni, ma nel cane *a* se iniettai la prima volta 300 cc. di soluzione, la seconda volta non ne introdussi che 100 e ricordo di un altro cane nel quale iniettai nelle vene solamente 44 cc di liquido in soluzione filtrata di 3,80 di lipoidi e si ebbero violenti convulsioni e la morte.

Disgraziatamente non segnai l'origine del lipoide usato, non so cioè se appartenesse al cane I o al II e però non ne ho tenuto conto nella tabella.

TABELLA V. **Iniezioni di lipoidi in animali sani.**

Peso del Cane	Lipoidi iniettati		Contenuto di essi in		Dosi per Kg. di Cane		Liquido introdotto	Via di introduzione	Effetto	Osservazioni
	qualità	quantità	fosfatidi	grassi	fosfatidi	grassi				
a) 8 Kg.	norm. alcool. IV	6,65	1,66	4,98	0,20	0,62	300	endov.	nullo	sopravissuto
		6,69	1,67	5,—	0,20	0,62	100	endov.	nullo	
b) 6,100	norm. alcool V	11,95	3,13	8,79	0,51	1,44	250	endov.	nullo	sopravissuto
c) 5,700	norm. compless. III	1,60	0,41	1,18	0,07	0,20	40	carotid.	pos.	forte agitazione
		2,—	0,51	1,48	0,09	0,26	20	carotid.	pos.	idem
d) 8,500	norm. compless. III	0,66	0,17	0,49	0,02	0,05	11	carotid. destra	pos.	forte agitazione
		2,—	0,51	1,49	0,06	0,17	33	carotid. destra	pos.	spasmi art. sup. sinistro tetano arti inferiori convulsioni, morte dopo 24 ore
e) 12,800	norm. compless. III	1,65	0,42	1,22	0,03	0,09	22	carotid.	pos.	spasmi dei muscoli respiratori e della lingua, contratture dei muscoli del tronco
		1,65	0.42	1,22	0,03	0,09	22	carotid.	pos.	si ripetono i fenomeni delle prime iniezioni
		0,88	0,21	0,67	0,015	0,05	11	carotid.	pos.	
		0,44	0,10	0,33	0,007	0,025	20	carotid.	nullo	sopravissuto
f) come *a*)	clorof. compless. IX	6,45	1,99	4,45	0,25	0,55	200	endov.	nullo	sopravissuto
g) 5,400	clorof. compless. IX	0,90	0,26	0,63	0,048	0,11	11	carotid.	pos.	respiro superficiale in posizione inspiratoria
		0,90	0,26	0,63	0,048	0,11	11	carotid.	pos.	sopore, rilasciamento muscolare
		0,90	0,26	0,63	0,048	0,11	11	carotid.	pos.	arresto respiratorio

A illustrazione di questi casi, come si rileva già a colpo d'occhio, osservo che avanti di procedere ad una seconda iniezione si aspettò in ogni caso che i fenomeni determinati dalla prima fossero scomparsi e se fenomeni non si osservavano si attesero 10′, 15′, 30′.

La dissoluzione dei lipoidi si operò aggiungendo lentamente in mortaio la soluzione di carbonato sodico al 3 % in modo da ottenere una emulsione che filtrata su tela fitta non dava residuo di sorta.

Trascrivo come esempio dal diario delle esperienze quanto riguarda il cane *e*):

Si sciolgono gr. 4,50 di lipoidi del cane III normale in cc. 60 di soluzione di carbonato sodico al 3 %.

Si iniettano in due riprese nel termine di 2′ nella carotide sinistra di un cane ♂ pomero bastardo adulto del peso di Kg. 12,800 cc. 22 della soluzione a 37°.

Si ha immediatamente dopo breve agitazione un arresto del respiro con contrazione tonica dei muscoli respiratori del collo e della parte superiore del torace.

Il cuore rallenta fortemente e presenta aritmia, si procede al massaggio del cuore e alla respirazione artificiale.

I riflessi corneali e la sensibilità della pelle del muso sono vivaci, la lingua è contratta e presenta spasmi nella sua metà sinistra, i muscoli degli arti inferiori sono rilasciati, sono contratti quelli del lato destro.

Tolto dalla tavola di contenzione e posato in terra il cane fa qualche passo incerto e lento, dimena la coda e si guarda intorno.

Eseguita un'altra iniezione di 22 cc. nella stessa carotide e a distanza di 20′ della prima si ripetono i fenomeni di spasmo sopra detti, ma tolto il cane dall'apparecchio si presenta più debole e resta nelle posizioni in cui si mette senza tentar di coricarsi.

Dopo 10′ minuti si eseguisce una terza iniezione di 11 cc. che ripete i fenomeni di prima e dopo altri 20′ una quarta iniezione di 20 cc. che contengono una quantità minore di lipoide essendosi diluita la soluzione rimasta.

Quest'ultima iniezione non provoca nessun effetto.

Però il cane tolto dalla tavola e posto in terra vi rimane inerte per mezz'ora, trascorsa la quale esso si lamenta, stende le zampe posteriori in contrazione tetanica e presenta accessi convulsivi che si ripetono 3 volte con intervalli di 5′ a 10′. Il respiro è frequente e profondo, manca la sinergia fra i muscoli respiratori addominali e quelli toracici, la coda si trova in estensione, anche i muscoli delle labbra si contraggono.

Il cane è tuttavia cosciente, quando le contrazioni lo permettono si volge se chiamato, non riesce però a camminare.

Dopo 5 ore dalla prima iniezione il cane è lasciato a sè e sembra dormire, ha presentato nella notte qualche accesso convulsivo più lieve e si è poi lentamente rimesso.

Ed ecco il diario della esperienza col cane *g*:

Si uniscono i lipoidi etereo ed alcoolico estratti dal cane VII cloroformizzato si sciolgono in alcool ed etere, si lasciano evaporare muovendoli così da ottenere un materiale omogeneo.

Si sciolgono 3 gr. di questo in 40 della soluzione di carbonato sodico al 3 % e se ne iniettano 11 cc. nella carotide sinistra di un cane ♂ volpino bastardo adulto del peso di Kg. 5,400, l'animale grida e si agita, compie rapidi atti di deglutizione, mentre il respiro si fa superficiale e il torace si trova in posizione inspiratoria.

Il riflesso corneale è conservato e così la coscienza, nessun fatto spastico.

Trascorsi 10′ si eseguisce una seconda iniezione che provoca il medesimo movimento di inspirazione profonda con arresto del torace in questa posizione, schiuma alla bocca, grida. Si nota qualche spasmo di muscoli isolati del tronco e degli arti, specialmente a destra, ma nessun vero fenomeno contratturale, mentre il respiro è lieve e superficiale.

Eseguita una terza iniezione il respiro si arresta completamente, ma si riesce a ripristinare la respirazione con trazioni metodiche della lingua e compressione ritmica del torace. L'animale però non si muove nè si lamenta affatto, tiene gli arti abbandonati, un po'estesi i posteriori, emette feci pultacee.

Dopo 75 minuti dall'ultima iniezione il cane tende ad alzarsi, ma non ci riesce, sembra trasognato, aiutandolo col prenderlo per la groppa non riesce a reggersi sulle gambe. Il respiro è lentissimo, come in una ebbrezza profonda da alcool, a 2 ore circa dall'inizio dell'esperienza, il cane è tuttora coricato, tende a muovere le zampe posteriori come per camminare, ma non si alza e non dà retta. È rimasto così per 24 ore, e si è trovato morto la sera successiva alla esperienza.

Queste mie esperienze corrispondono in complesso a quelle particolarmente descritte dal Carati e le dosi usate da me sono in qualche caso superiori, in qualche altro inferiori a quelle del Carati.

I lipoidi adunque estratti da cani cloroformizzati e contenenti una maggior copia di fosfatidi che non quelli normali, e quindi una minor quantità di colesterina e grassi possiedono una azione deprimente, che si fa sentire anche sul centro respiratorio, ma in generale su tutto il dominio cerebro spinale.

I lipoidi invece di cervello normale che contengono minore quantità di fosfatidi e relativamente maggiore copia di colesterina e grassi provocano fenomeni di eccitamento e convulsioni anche in forma accessuale.

Richiamiamo dalle notizie che abbiamo dato più sopra sulla lecitina e sulla colesterina due fatti che ci sembrano connessi coi fenomeni da noi illustrati.

Le ova degli uccelli che appena rotto il guscio possono trovarsi il cibo, come gli animali che appena nati corrono liberamente senza bisogno di aiuto, sono più povere di lecitina, più ricche son quelle di animali che nascono bisognosi di ogni cura, che sono implumi, torpidi, inerti, inetti alla vita libera e individuale.

Può dunque la lecitina fatta circolare direttamente nel cervello o introdotta in genere in circolazione produrre simili fenomeni di inerzia, che ricordano la narcosi cerebrale?

Evidentemente se ad un aumento di fosfatidi o di lecitina potesse ascriversi il fenomeno della narcosi e ad un aumento della colesterina il fenomeno opposto, sarebbe tanto più importante il risultato delle mie determinazioni e la mia interpretazione acquisterebbe la migliore conferma sperimentale.

Era quindi opportunissimo il cercare se iniezioni di lecitina potessero produrre fenomeni simili a quelli notati per opera dei nostri lipoidi di cani cloroformizzati, e invece iniezioni di colesterina dessero risultato opposto o fenomeni contratturali, come i lipoidi dei cani sani.

Si sa infatti che lecitina e colesterina possono presentare azioni contrarie e spesso antagonistiche e anche quelle influenze che esse esercitano contro dati avvelenamenti possono essere opposte.

Prove con lecitina per osservarne l'azione specifica non si potrebbero eseguire secondo il Nerking 123) se non ricorrendo a materiale puro, preparato espressamente, giacchè a suo avviso i prodotti del commercio sono tutti impuri.

Secondo il Lawrow 124) la lecitina in dosi diluite a meno di 0,10 % di menstruo stimola il cuore, ma in dosi più concentrate lo rallenta. Essa tuttavia può neutralizzare l'influenza deprimente dell'alcool, del cloralio, dell'etere, del cloroformio, della muscarina, ma per ottenere tale effetto secondo il Lawrow occorrerebbero dosi di qualche decigramma per Kg. di animale, dosi che possono riescire altrimenti dannose.

Da queste stesse esperienze risulta che cani, conigli, topi, cavie tollerano bene la lecitina in iniezioni endovenose, ipodermiche, intraperitoneali fino a dosi di gr. 0,5 a gr. 2 per Kg.

L'azione del curaro, della stricnina, del veronal, della morfina sarebbe annientata dalla lecitina, la quale avrebbe invece una vera azione sensibilizzante verso la ricina e anche nei casi di avvelenamento di fosforo parrebbe che dosi di gr. 0,20 per Kg. dessero una attenuazione dei fenomeni, ma di 1 gr. per Kg. ne aggravassero gli effetti.

Lo stesso Nerking 125) che abbiamo più volte ricordato ha cercato se la lecitina potesse esercitare una influenza sulla narcosi prodotta da etere e da cloroformio, continuando le prove che altri hanno fatto sull'azione di difesa esercitata dalla lecitina medesima.

Secondo le esperienze del Nerking infatti le iniezioni endovenose di emulsioni di lecitina all' 1 % e quelle ipodermiche di emulsioni al 10 % abbreviano la durata e attenuano i postumi della narcosi.

Ciò però non è confermato dalle osservazioni del Kramer 126) il quale ha veduto che l'iniezione endovenosa di 5 a 30 cc. di una emulsione di lecitina al 5 o al 10 % in soluzione fisiologica di cloruro sodico, non indebolisce affatto l'azione dell'etere, non aiuta per nulla il prodursi del risveglio, anzi essa darebbe un risveglio più lento.

Possono ritenersi contradditori questi risultati? Noi non lo crediamo, perchè non c'è forse una lecitina che sia eguale all'altra, non ci sono dosi che si equivalgano, e, preparazione, estrazione, conservazione sono circostanze che tendono a far variare gli effetti.

Teniamo conto che la lecitina può avere una influenza a volta attenuatrice, ma solamente nei postumi e nella durata e talora anzi ritardatrice della durata medesima, ma comunque che essa non è indifferente nella produzione della narcosi.

Quanto alla colesterina non troviamo neppure per questa una concordanza di risultati a proposito della narcosi.

Il Marchand 127) muovendo dalle esperienze del Dubois 128) che durante il periodo di ibernazione le marmotte contengono nel fegato una maggior quantità di colesterina in confronto dello stato normale, ha eseguito delle iniezioni di colesterina sciolta in lanolina ed ha veduto che nelle cavie e nei conigli queste iniezioni non danno alcun effetto ipnotico.

Brissemoret e Ioanin 129) hanno estratto da diversi cervelli un campione di colesterina, che hanno poi iniettato in animali ed hanno trovato che essa contrariamente all'asserzione del Marchand possedeva azione narcotica.

Qui ci soccorre di nuovo quello che abbiamo detto più sopra, che cioè l'estrazione, la preparazione di questi composti può rendere conto di effetti molti diversi.

La colesterina nel fatto non è difficile a purificarsi o almeno non è difficile lo stabilire se un dato campione di colesterina sia pura, ma avranno fatto questa prova i due autori francesi?

La colesterina commerciale può aversi ottima, cristallizzata e la prova non dovrebbe riescire difficile, mentre la estrazione dal cervello è abbastanza complicata e può trascinar seco impurità.

Con questi precedenti io ho tentato una prova del fenomeno premendomi almeno di possedere un argomento sperimentale in prova della mia interpretazione, e riserbandomi di sperimentare in seguito sopra base molto più larga di indagine.

Mi sono servito di lecitina Merk purissima « ex ovo », di consistenza molle, nella quale mediante una prova a parte ho determinato il contenuto in acqua e cioè 5,245 per 100 di sostanza. — Presi 2 gr. di questa sostanza l'ho sciolta in 80 cc. della soluzione di carbonato sodico al 3 %. La soluzione è riescita perfetta come quella dei lipoidi.

Un cane barbone ♂ di Kg. 8 viene iniettato nella carotide destra con 11 cc. della soluzione contenenti gr. 0,26 di lecitina cioè cg. 3 per Kg. di animale, dose certamente molto piccola e diluita sufficientemente per non dare disturbi speciali. L'animale grida, senza agitarsi, ma mentre si procede ad una seconda iniezione portando quindi la dose a 0,52 di lecitina, il respiro si arresta in inspirazione profonda, il cuore rallenta i suoi battiti, ma il riflesso corneale persiste, e pare anche la coscienza, perchè il cane volge gli occhi, se venga chiamato, tenendo il corpo immobile. Dopo alcune compressioni ritmiche sul torace il respiro ritorna e con esso il cuore riprende regolarmente, il che significa che la modificazione cardiaca dipendeva più che altro dall'arresto respiratorio e non dalla diretta azione della lecitina.

Decorsi 10' si iniettano altri 22 cc. di soluzione e si riproducono i fenomeni sopra notati, ma il respiro ritorna naturalmente.

Dopo altri 10' si inietta il rimanente della soluzione preparata e cioè altri 30 cc. l'animale emette qualche grido, il respiro rallenta, ma non si arresta affatto.

Si toglie l'animale dal tavolo dopo 35' dall'inizio dell'esperienza, esso ha ricevuto gr. *1,80* di lecitina cioè 22 centigr. per chilogramma, lasciato a sè il cane sta sdraiato come intontito, stimolato e tirato per il collare si alza traballando, fa qualche passo come ignaro di quanto lo circonda e lasciato a sè si accuccia. Tiene la testa eretta, non appoggiata sulle zampe e queste flesse in posizione normale. Trascorsa un'ora dall'inizio, i fatti di depressione sono anche più manifesti.

Forzato a camminare il cane cammina con le zampe divaricate come ebbro, le posteriori semiflesse, cade frequentemente sul fianco *sinistro,* infine lasciato libero si accuccia, posa la testa sulle zampe anteriori e resta così tutta la giornata.

I fenomeni osservati in questo cane sono tanto simili a quelli ottenuti dai lipoidi degli animali cloroformizzati, che non vi è bisogno di illustrare il diario riportato integralmente.

In questo cane è mancata qualunque traccia di fatti spastici, il che può benissimo comprendersi quando si pensi che coi lipoidi cerebrali non si inietta soltanto lecitina, ma anche colesterina e altri grassi, cui deve ascriversi di certo diversa, se non opposta azione.

Per appoggiare questo concetto ho preso della colesterina di Kahlbaum favoritami dall'illustre collega Ciamician, l'ho sospesa nella quantità di 5 gr. in 85 cc. di soluzione di carbonato sodico al 3 % addizionato di 5 cc. di olio di olive che aiuta la sospensione, la quale tuttavia non riesce perfetta.

A un cane da pagliaio, ♂ vecchio del peso di Kg. 20,200 si iniettano 11 cc. della soluzione nella carotide sinistra. Immediatamente si ha tetano di estensione nell'arto posteriore destro, profonda inspirazione, arresto del respiro, assenza del riflesso corneale.

Il cuore seguita a pulsare per 5' durante la respirazione artificiale, tralasciata la quale esso pure si arresta.

Alla necroscopia non si osservano segni evidenti di embolia, si ha però uno stato anemico nell'emisfero sinistro in confronto di uno stato di iperemia che si osserva nel destro. Può darsi dunque che lo stato di emulsione non perfetta abbia causato il fenomeno notato, e però filtro la emulsione e sul filtro rimane della colesterina come una pasta appiccaticcia.

Abbiamo notato più sopra che le emulsioni dei lipoidi furono filtrate e non lasciavano mai sulla tela fitta che si era usata la minima traccia di sostanza.

Un cane ♂ setter bastardo di Kg. 17,900 che ha servito il giorno innanzi per esperienze con preparati digitalici ed ha ricevuto sottocute 25 centigr. di digitalina Merk, presentando dispnea e vomiti per 5 ore, viene utilizzato per questa esperienza. È un po' depresso. Gli si iniettano nella carotide sinistra 11 cc. della soluzione filtrata di colesterina e il tetano segue dopo 10 o 12 secondi. È preceduto da estensione dell'arto posteriore destro, da profonde inspirazioni, che finiscono con arresto del respiro. Si osserva anche opistotono. Si tenta la respirazione artificiale, ma il cuore non resiste, probabilmente per la dose tossica di digitalina ricevuta il giorno innanzi. Durante il tetano era anche avvenuta scomparsa dei riflessi corneali. Il cane per l'iniezione carotidea, aveva ricevuto al massimo gr. 0,60 di colesterina, dico al massimo perchè come si è notato, nella filtrazione una parte della colesterina andò perduta.

Con questa soluzione filtrata si è eseguita un'altra prova e precisamente si è adoperato quel cane barbone che aveva servito due giorni prima per l'iniezione di lecitina.

Era ancora debole non si reggeva sulle gambe per quanto cercasse di mettersi a camminare.

Si trova ancora la carotide destra pervia e per questa si eseguisce una iniezione di soli cc. *6,5* della soluzione di colesterina. Immediatamente si ha tetano di estensione degli arti posteriori, inspirazione profonda e prolungata, arresto del respiro, perdita dei riflessi corneali.

Si eseguisce la respirazione artificiale il cuore continua a pulsare, ma scorsi 10' dall'iniezione dopo qualche clono degli arti inferiori l'animale muore. Esso aveva ricevuto non più di gr. 0,35 di colesterina.

Da queste esperienze risulta ben chiaro l'effetto della lecitina e della colesterina introdotti mediante perfusione nel cervello.

Con le iniezioni di colesterina abbiamo anche introdotto una certa quantità di grasso in forma di olio di olive emulsionato nella soluzione di carbonato sodico, nè all'olio è possibile attribuire azione del genere di quella che si è osservata, perchè da molti autori che abbiamo più sopra citato si sono eseguite direttamente in circolo iniezioni di abbondanti quantità di olio e di grassi senza ottenere ombra di simile risultato.

Noi troviamo quindi in queste esperienze la conferma che l'aumento di fosfatidi nei lipoidi di cani cloroformizzati renda conto della loro azione deprimente o narcotica, mentre la diminuzione della colesterina tende a coadiuvare cotesto risultato, e così anche il trovarsi nei lipoidi normali un contenuto maggiore di colesterina e grassi favorisce il prodursi dei fenomeni di eccitamento e le convulsioni, che con la iniezione di sola colesterina si osservano evidentissime.

Si comprende bene come introducendo da sole lecitina e colesterina anche nelle dosi che furono somministrate, quando si eseguirono le esperienze dei lipoidi, si sieno ottenuti risultati molto più forti e gravi che non introducendole in forma di lipoidi estratti dal cervello, perchè l'una sostanza tende ad annullare o a diminuire l'effetto dell'altra, sicchè a parer nostro durante la narcosi, almeno per quella prodotta dal cloroformio i fosfatidi e i grassi modificandosi nella loro quantità e distribuzione rendono conto del fenomeno complesso della narcosi stessa, fenomeno, che anche illustrato in questo suo particolare si trova naturalmente alla dipendenza dei processi biologici e fisici chimici che si esplicano nel cervello.

Conchiusioni.

È confermato che nella cloronarcosi si abbia una diminuzione dei lipoidi cerebrali e che la iniezione di questi in animali sani produca fenomeni di depressione, di paralisi generale, di sopore, mentre i lipoidi di animali sani danno fatti di eccitamento e anche di spasmo e convulsioni.

I lipoidi cerebrali di cani cloroformizzati contengono maggior copia di fosfatidi e minore di grassi e colesterina, in confronto dei normali ed a queste condizioni può attribuirsi rispettivamente il fenomeno della narcosi e quello della veglia.

La lecitina infatti iniettata come i lipoidi dei cloroformizzati ne produce i medesimi effetti esagerandoli, la colesterina pura riproduce ingigantendoli i fenomeni causati dalla iniezione dei lipoidi normali.

BIBLIOGRAFIA

1) I. Novi. *La concentrazione del sangue come condizione di stimolo per il sistema nervoso centrale.* Lo sperimentale 1887, Vol. LIX, pag. 468-87.

2) Lo stesso. *Influenza del cloruro sodico sulla composizione chimica del cervello.* Bullett. Scienz. Med. 1890, Vol. LXV, pag. 707-41.

Lo stesso. *Azione disintegrante del cloruro sodico sul cervello.* Memoria R. Accad. Scienze Bologna, serie VI, tomo VII, pag. 211-56.

Lo stesso. *Azione disintegrante cerebrale del cloruro sodico in soluzioni fisiologiche.* Ivi serie VI, tomo VIII, pag. 205-31.

3) G. Marinelli. *Influenza del cloruro sodico sulla composizione chimica del sangue.* Arch. farmacol. terap. Palermo 1902, Vol. X, fasc. 3 e 4.

C. Veronesi. *Alterazione della composizione chimica del fegato in seguito ad iniezioni di cloruro sodico nel circolo portale.* Bullett. Scienz. mediche 1902, serie VIII, Vol. III.

4) H. Tappeiner. *Lehrbuch der Arzneimittellehre.* Leipzig-Verlag Vogel 1913, pag. 4.

5) I. Novi. *Terapia della fosfaturia con preparati organici del fosforo (glicerofosfato sodico e fitina).* Memorie R. Accad. Scienze Bologna 1908, tomo V, serie VI, pag. 97-108.

G. Gregorio. *La fitina nel ricambio organico fosforato fisiologico.* Bullett. Scienze mediche 1912 Vol. LXXXIII, pag. 233-47.

V. Santonoceto. *La fitina nel ricambio organico azotato fisiologico* Bullett. Scienz. med. 1912, Vol. LXXXIII, pag. 223-32.

6) Th. Osborne, L. B. Mendel. E. L. Ferry. *Beobachtungen über Wachstum bei Fütterungsversuchen mit isolierten Nahrungssubstanzen.* Zeitschrift für Physiologiche Chemie 1912 LXXX, pag, 307. Therap. Monatsh 1912, XXVI, 897-98.

7) Wilhelm Stepp. *Weitere Untersuchungen über die Unentbehrlichkeit der Lipoide für das Leben über die Hitzererstörbarkeit lebenswichtiger Lipoide der Nahrung.* Zeitschrift für Biologie LIX, pag. 366.

8) L. Grimbert et M. Laudat. *Sur le dosage des lipoides dans le sérum sanguin.* Compt. rend. de l'Acad. des sciences. CLV, pag. 974.

9) Kurt Linnert. *Vergleichende chemische Untersuchungen.* Bioch. Zeitschr. XXVI, pag. 44-52.

10) S. Fränkel, P. Kirschbaum und K. Linnert. *Ueber den Cholesterin-gehalt der einzelnen Gehirnabschnitte.* Bioch. Zeitschr. XLVI, pag. 253-56.

11) Michael Kutanin. *Beiträge zur Kenntniss der chemischen Zusammensetzung des Gehirns bei verschiedenen Thieren.* Dissertat. Berlin, pag. 39, 1910. Maly's Jahresber. für Thierchem. 1910, Vol. XL, 445.

12) Dhèré et Maurice. *Influence de l'âge sur la quantité et la repartition chimique du phosphore contenu dans les nerfs.* Compt. rend. Acad. des sciences, 26 avril 1909.

13) André Mayer et Georges Schaeffer. *Recherches sur la teneur des tissus en lipoides.* Journal de Physiologie et de Pathologie generale, 1913, Tome V, pag. 773-778.

14) A. Windaus. *Ueber den Gehalt normaler und atheromatöser Aorten an Cholesterin und Cholesterinestern.* Zeitschr. f. phys. Chemie LXVII, pag. 174-76.

15) Lemoine. *Sur l'elimination de la cholestérine chez plusieurs athéromateuses.* Compt. rend. Acad. scienc. CLI, pag. 1079-80.

16) Ernst von Bibra und Emil Harless. *Die Wirkung des Schwefelaethers in chemischen und physiologischen Beziehungen.* Erlangen, 1847.

17) E. von Bibra. *Ueber das Gehirn.* Liebig's Annalen 1853, LXXXV, pag. 201-24.

18) A. Gubler. Cours de thérapeutique, 1880, pag. 42.

19) Lallemand, Perrin et Duroy. *Du rôle de l'alcool et des anesthésiques dans l'organisme.* Paris, 1860.

20) Schulinus. Dissertation Dorpat, 1865.

21) L. Hermann. *Ueber die Wirkungsweise einer Gruppe von Giften.* Archiv. f. Anat. Physiol. und wissenschafftl. Medicin. Jahrgang, 1866, pag. 27-40.

22) Jul. Hitzig. *Untersuchungen zur Physiologie des Gehirns.* Du Bois Reymond's Archiv. 1873, pag. 397-435.

23) P. Albertoni. *Azione di alcune sostanze medicamentose sulla eccitabilità del cervello e contributo alla terapia dell'epilessia.* Lo Sperimentale 1881. Archiv. für exp. Path. u. Pharm. 1882, XV, pag. 248-88

24) Ed. Pohl. *Ueber Aufnahme und Vertheilung des Chloroforms im thierischen Organismus.* Arch. für exp. Path. u. Pharm. 1891, Vol. XXVII, pag. 239-255.

25) Nicloux. *Les anesthèsiques gèneraux.* Paris, 1908.

26) Raphaël Dubois. *De la deshydratation des tissus par le chloroforme, l'ether et l'alcool.* Compt. rend. Société Biologie, 1884, pag. 583.

27) P. Ehrlich. *Zur therapeutischen Bedeutung der substituirenden Schwefelsaüregruppe.* Therapeut. Monatsh, 1887, I, pag. 88-90.

28) C. Arcangelsky. *Ueber die Vertheilung des Chloralhydrats und Acetons in Organismus.* Arch. für exp. Path. und Pharm, 1901, Vol. XLVI, pag. 347-71.

29) C. Richet. *Note sur le rapport entre la toxicité et les propriétés physiques des corps.* Compt. rend. de la Soc. de Biologie XLV, 1893 pag. 775-76.

30) Hans Myeer. *Zur Theorie der Alkoholnarkose. Welche Eigenschaft der Anaestetica bedingt ihre Narkotische Wirkung?* Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Vol XLII, pag. 109-18.

31) Fritz Baum. *Zur Theorie der Alkoholnarkose. Ein Physikalisch-chemischer Beitrag zur Theorie der Narcotica.* Arch. für exp. Path. u. Pharm XLII, pag. 119-137.

32) E. Overton. *Ueber die allgemeinen osmotischen Eigenschaften der Zelle* u. s. w. Vierteljahrschrift der naturforscher Gesellschaft. Zürich, XLIV, 1899, pag. 119.

33) C. Binz. *Zur Wirkungsweise schlafmachender Stoffe.* Arch. für exp. Path. u. Pharm. 1877, pag. 311-17.

34) M. Verworn. *Ueber Narkose.* Deutsch. medic. Wochenschr. 1909, Vol. XXXV, pag. 1593.

35) H. Winterstein. *Beiträge zur Kennntniss der Narkose* I. Mittheil. *Kritische Uebersicht ueber die Beziehungen zwischen Narkose und Sauerstoffathmung.* Bioch. Zeitschrf. LI, pag. 143.

36) I. Loeb und H. Wasteneys. *Narkose und Sauerstoffverbrauch.* Bioch. Zeitschr. 1913, Vol. LVI, pag. 295.

37) P. Albertoni. *Influenza di alcune sostanze sull'ossigeno mobile del sangue.* Memorie R. Accad. Scienze Bologna. Ser. V, Tomo VIII, 1899.

38) D. Martelli. *Azione del cloroformio e dell'etere sull'ossigeno mobile del sangue.* Bull. Scienze Med. 1908, anno LXXIX, serie VIII, vol. VIII, pag. 305-20.

39) I. Traube. *Die osmotische Kraft.* Pflüger's Arch. 1908, Vol. CXXIII, pag. 419-432.

40) I. Traube. *Theorie des Hafftdruck und Lipoidtheorie.* Bioch. Zeitschrf. 1913, Vol. LIV, pag. 305-15.

41) Maraghini. *Sulla tensione superficiale del siero di sangue.* Arch farmacol. sper. e scienze affini 1912, Vol. XIII, pag. 53.

42) Bubanovic. *Traubè's Theorie des Hafftdruck* Pflüger's. Archiv. 1912, Vol. CXLVI, pag. 484-98.

43) Gaetano Viale. *Ricerche fisico-chimiche su la fisiologia della narcosi.* Arch. di fisiologia, 1913, Vol. XI, pag. 535-57.

44) A. Sciortino. *Influenza del cloroformio sulla conducibilità elettrica del cervello per l'opera di vari medicamenti che vi esercitano un'azione elettiva e specialmente del cloroformio.* Ospedale Palermo, III, pag. 50-58. Maly's Jabresbericht für Thierchem, XL, pag. 1200.

45) S. Loewe. *Membran und Narkose.* Bioch. Zeitschr. 1913, Vol. LVII, pag. 161-260.

46) Lo stesso. *Zur Physikalischen Chemie der Lipoide.* Bioch. Zeitschr, XLII, pag. 150-90 e pag. 205-7.

47) Lo stesso. *Ueber eine neue Gruppe von kolloiden systemen, die Organosole der Lipoide.* Zeitschr. für Chemie der Kolloiden, Vol. X, pag. 179.

48) Ralph S. Lillie. *Antagonism between salts and anaestetics II. Decrease by anaestetics in the rate of tossic action of pure isotonic salt solutions on unfertilized starfisch and sea urchineggs.* The American Journal of Physiology 1912, pag. 1-17.

49) Hans H. Meyer. *Ueber die Beziehung zwischen des Lipoiden und pharmakologischer Wirkung.* Münch. medic. Wochenschr, 1904, Vol. LVI, pag. 1577-80.

50) G. Mansfeld und Paul Lipták. *Die quantitative Aenderung der Hirnlipoide während der extrauterinen Entwickelung.* Pflüger's Archiv. 1913, Vol. CLII, pag. 68-74.

51) G. Mansfeld. *Inanition und Narkose.* Arch. internat. de Pharmacodynamie et de Therapie, 1905, Vol. XV, pag. 467-86. 1907, Vol. XVII, pag. 343-45.

52) L. Lattes. *Influenza della lipemia alimentare sulle dosi narcotiche di cloroformio.* Giorn. Accad. Medic. Torino. Vol. LXXIII, pag. 335-39.

53) Lo stesso. *Ueber den Einfluss den das im Blute zirkulierende Fett auf die Giftwirkung des Chloroforms ausübt.*Münch. medic. Wochenschrf, LVII, pag. 2084-86.

53bis) Lo stesso. *Ricerche sopra l'influenza dei grassi sulla tossicità dei farmaci alcoolici.* Nota 4ª *Influenza dei lipoidi sulla narcosi cloroformica.* Giorn. della R. Accad. di Medic. di Torino. 1911, LXXIV, pag. 358-61.

54) Lo stesso. *Ueber den Fettgehalt des Blutes des Hundes unter normalen und unter verschiedenen esperimentellen Verhältnisse, (Verdauung, Hungern, Phosphor, Phloridzin, und Chloroformvergiftung).* Arch. für exp. Path. u. Pharm. LXVI, pag. 132.

55) Donato Calabrese. *Influenza del cloroformio sui lipoidi del rene.* Bullett. delle Scienze Mediche 1911, pag. 576-78.

56) N. Sieber. *Zur Frage der Einwirkung von Alkohol auf den Gehalt der thierischen Organe an Phosphatiden.* Biochem. Zeitschr. 1910, Vol. XXIII, pag. 304-23.

56 bis) N. O. Schumowa Sieber. *Influence de l'alcool sur les lipoides.* Journal de Physiologie et de Pathologie générale 1910, Vol. XI, pag. 225-373-1025.

57) E. Carati. *I lipoidi cerebrali di cani cloroformizzati e la loro azione biologica.* Bullettino delle Scienze Mediche. Bologna, anno LXXXV, serie X, vol. 2°, 1914.

58) G. Izar e A. Fagiuoli. *Sull'azione tossica dei lipoidi degli organi.* Biochimica e Terapia sperimentale. Anno III, 1911-12, pag. 446-57, idem. fasc. 10°.

59) Calugreanu. *Wirkung des Chloroforms auf Lipoidsuspensionen.* Biochem. Zeitschrif. XXIX, pag. 96-101.

60) P. Thomas et M. Lebert. *Augmentation du nombre des globules rouges du sang sous l'action de certains derivés de la cholestérine.* Compt. rend. Acad. des scienc., CLV, pag. 187.

61) B. Stuber. I. *Ueber Blutlipoide und Phagocytose.* Bioch. Zeitschrif. 1913, LI, pag. 221-23

62) Lo stesso. *idem. idem.* II. Bioch. Zeischrift. 1913, LIII, pag. 493-500.

63) W. Heubner. *Beobachtungen über die Zerzetzlichkeit des Lecithins.* Arch. f. exp. Path. u. Pharm. LIX, pag. 420.

64) L. E. Walbrun. *Die Einwirkung verschiedener Alkohole auf Antigene und ähnliche Körper.* Zeitschrift für Immunitäts Förschung. VII, pag. 544-77.

65) Wilhelm Meyerstein. *Ueber die Beziehungen von Lipoidsubstanzen zur Hämolyse.* Arch. für exp. Path. u. Pharm. LXII, pag. 258-65.

66) O. Rosenheim and I. A. Shaw Mackenzie. *On pancreatic lipase.* Journal of Physiology XL, 1910. Proceeding Physiolog. Society, pag. VIII-XVI.

67) Giacomo Pighini. *La colesterina nel liquido cerebro spinale dei paralitici e la sua influenza sulla reazione del Wassermann.* La Riforma medica, Vol. XXV, pag. 67-70.

68) Hideyo Noguchi. *Die Beziehung von Eiweiss Lipoiden und Salzen zu der Vassermannsche Reaktion.* Journal of experiment. Medic. XI, pag. 84-89. Maly's Jahresber. XXXIX, pag. 1146.

69) G. Quarelli. *Influenza delle iniezioni di lecitina sulla reazione del Wassermann.* Gazzetta ospedali e cliniche, Vol. XXX, pag. 103-04.

70) E. Calcaterra. *Sulla reazione del Wassermann in conigli non sifilitici e sulla lecitina come antigene.* Annal. Istit. Maragliano IV, pag. 238-44.

71) J. Keutzler. *Die Beeinflussung der Lipoidhämolyse durch Eiweissstoffe.* Zeitschr. f. klin. Medicin, LXXII, pag. 436.

72) Ernst Freund. *Ueber Blutgerinnung.* Wiener klin. Wochenschr, XXIII, n. 18.

73) I. C. Schippers. *Zur Lezithin-hämolyse.* Bioch. Zeitschrift, XLI, pag. 158.

74) Ivar Bang. *Kobragift und Haemolyse.* Bioch. Zeitschrift, XXIII, pag. 468-98.

75) R. Luzzatto. *Influenza dei lipoidi e del siero sulla emolisi da tellurito di sodio.* Arch. di fisiologia, VII, pag. 388-94.

76) U. Carpi. *Untersuchungen über das Toxolecithid des Bienengiftes.* Arbeit. d. path. Inst. Berlin, Vol. IV, Heft 2. Maly's Jahresber. ueber Thierchemie, 1909, XXXIX, pag. 1101.

77) Th. Karáulow. *Ueber Entgiftung glukosidischer Herzgifte durch Cholesterin in Versuchen am ausgeschnittenen Froschherzen.* Bioch. Zeitschr. XXXII, pag. 145-54.

78) Henri Vignes. *Influence de la lécithine et de la cholestérine sur la toxicité des oeufs et des ovaires.* Annales de l'Institut Pasteur, 1914, Vol. XXVIII, pag. 437-40.

79) E. Hauschmidt. *Zur Wirkung der Lecithine bei Vergiftungen der höheren Thiere,* Bioch. Zeitschrift, LI, pag. 171-92.

80) D. M. Lawrow. *Zur Frage des Einflusses der Lecithin auf die Wirkung der Arzneimittel.* Maly's Jahresbericht, XLI, pag. 938.

81) H. De Waele. *Bedeutung der Lipoide in der Biochemie.* XIII Vlaamsch. Natuur-en geneesk Congr. Sept. 1909, pag. 337-40. Maly's Jahresber, 1909, pag. 45.

82) A. Filia. *Influenza della colesterina e della lecitina sulla tossina difterica.* Biochimica e Terapia sperimentale. Vol. III, pag. 201-7.

83) Guy Laroche et A. Grigaut. *Absorbtion et Activation de la toxine diphterique par la substance nerveuse et ses lipoides phosphorées.* Compt. rend. soc. biolog. LXX, pag. 516-17.

84) E. Calcaterra. *Sulla tossicità di una miscela di colina e tossina difterica.* Annal. Istit. Maragliano, IV, pag. 133-36.

85) A. Bruschettini ed E. Calcaterra. *Formazione di antitossina per opera di lecitina.* Annali Istit. Maragliano, IV, pag. 1-4.

86) A. Marie. *Activation de la toxine tetanique.* Annales Pasteur 1914, Vol. XXVIII, pag. 1.

87) Bergell. *Bericht der deutsche chemische Gesellschaft.* 1900, Vol. XXXIII, pag. 2584.

88) E. Centanni. *Ueber den befördernden Einfluss der Lipoide auf die Wirkung der Leberdiastase.* Bioch. Zeitschrift, XXIX, pag. 389-94.

89) D. Minami. *Ueber den Einfluss des Lezithins und der Lipoide auf die Diastase.* Biochem. Zeitschrift, XXXIX, pag. 355.

90) Hermann Lapidus. *Diastase und Handelslecithin.* Biochem. Zeitschr, XXX, pag. 39-55.

91) Wassermann und Leitz. *Ueber Lezithin.* Deutsch. medic. Woch. 1908, Vol. L.

92) R. R. Renshaw and K. W. Atkins. *Baktericid properties of Lecithins aud Colinsalts.* Journ. Americ. Chem. Society, Vol. XXXII, pag. 130-32.

93) E. Calcaterra. *Lecitina e culture difteriche.* Annali dell' Istituto Maragliano. Vol. IV, pag. 235.

93 bis) Lo stesso. *Lecithin und Toxicität der Diphterie-bacillen Kulturen.* Zentralblatt f. Bakteriol. I, Vol. LX, pag. 15-17.

94) W. Beyer. *Ueber Beziehungen des Lecithins zum Tuberkel-bacillus und dessen Produkten.* Zentrabbl. f. Bakter. I, Vol. LVI, pag. 160-62.

95) M. Almagià. *Neutralizzazione del virus rabbico mediante la colesterina.* Rend. R. Accad. Medic. di Roma, 28 aprile 1907.

96) A. Marie. *Action de la lecithine et de la cholestérine sur le virus fixe.* Compt. rend. Soc. Biolog. 29 juin 1907, pag. 1187.

97) C. Fermi. *Potere immunizzante dell' estratto etereo di sostanza nervosa normale, della lecitina, della colesterina etc. etc.* Giorn. della R. Soc. ital. d' igiene, 1908.

98) Lo stesso. *Sull' azione immunizzante contro la rabbia della sostanza cerebrale di vari animali e sul potere immunizzante, lissicida e battericida della colesterina e della lecitina.* Gazz. Ospedali e Cliniche, 1907, n. 105.

99) R. Repetto. *La colesterina non ha alcun potere lissicida.* Estratto dagli studi Sassaresi. Anno VI. sez. II. Fasc. IV, 1908.

100) Y. Fukuhara. *Ueber die Wirkung einiger lipoider Stoffe auf die invisiblen Virusarten.* Zeitschr. f. Immunitäts-forschung. Vol. IX, pag. 75-79.

101) P. Porges und E. Neubauer. *Physikalisch-chemische Untersuchungen über das Lecithin und Cholesterin.* Bioch. Zeitschr. Vol. VII, pag. 152-77.

102) G. Franchini. *Ueber den Ansatz von Lecithin und sein Verhalten im Organismus.* Bioch. Zeitschrift, 1907, Vol. VI, pag. 210-25.

103) W. Glikin. *Ueber den Lecithin-gehalt des Knockenmarks bei Thieren und beim Menschen.* Bioch. Zeitschr. 1907, Vol. IV, pag. 235-43.

104) Lo stesso. *Zur biologischen Bedeutung des Lecithins.* Bioch. Zeitschr. Vol. XIX, pag. 270-73 — XXI, pag. 348-54 — XXII, pag. 461-64.

105) Lo stesso. *Zur biologischen Bedeutung des Lecithins.* Bioch. Zeischrft. 1908, Vol. VII, pag. 286-98.

106) Dr. Aldo Fratta. *Rapporto fra l'azione della cura antirabica e quella dei glicerofosfati e delle lecitine.* Bullettino delle Scienze Mediche. 1904, Vol. IV, Serie VIII.

107) F. Venturi e V. Massella. *Influenza della fitina sulla eliminazione dei composti azotati in individuo normale.* Arch. farmacolog. sper. e Scienze aff. 1913, XVI, pag. 97-118.

108) S. Yoshimoto. *Ueber den Einfluss des Lecithins auf den Stoffwechsel.* Zeitschr. f. phys. Chemie, Vol. LXIV, pag. 464-78.

109) Wilczinski. *La semaine médicale.* 1909, pag. 165.

110) Ivar Bang. *Chemie und Biochemie der Lipoide.* Wiesbaden, 1911, pag. 52.

111) Thudichum. *Die chemische Constitution des Gehirnes etc.* Tubingen, 1901, pag. 116.

112) S. Fränkel. *Ueber Lipoide.* IX Mitth. *Ueber Sahidin aus Menschenhirn.* Bioch. Zeitschrift. 1910, Vol. XXIV, pag. 268-276.

113) H. Thierfelder. *Hoppe-Seyler's Handbuch der physiol. und path. chemischen Analyse.* Achte Auflage, 1909, pag. 191.

114) F. Hoppe-Seyler. *Handbuch der phys. und path. chem. Analyse.* V Auflage 1883, Berlin, pag. 168.

115) S. Fraenkel. *Ueber Lipoide. Ueber ein neues Verfahren der fraktionierten Extraction der Gehirnlipoide.* Bioch. Zeitschrift. XIX, pag. 254-65.

116) I. Nerking. *Zur Methodik der Lecithinbestimmung.* 1910, Bioch. Zeitschr, XXIII, pag. 262-269.

117) R. C. Collison. *A brief investigation on the estimation of lecithin.* Journal of. biolog. chem. XI, pag. 217.

118) A. Elfer. *Ueber das Trocknen von Geweben und Blut für die Darstellung von Lipoiden.* Bioch. Zeitschr, XL, pag. 138.

119) Mac Lean. *Versuche über den Cholingehalt des Herzmuskellecithins.* Zeitschr. f. physiolog. Chemie 1908, Vol. LVII, pag. 304.

120) C. Virchow. *Zur Lecithin Bestimmung.* Chemiker-Zeitung, XXXV, pag. 913. Zentralbl. f. Physiolog. XXV, pag. 787.

121) K. B. Lehmann und Hasegawa. *Studien ueber die Absorption chlorierten kohlenwasserstoffe aus der Luft durch Thier und Mensch.* Arch. f. Hygiene, Vol. LXXII,, pag. 327-42.

122) M. Nicloux. *Sur la destruction du chloroform dans l' organisme et de ses produicts.* Compt. rend. Acad. Scienc., CL pag. 1260-63 e pag. 1777-80.

123) I. Nerking. *Ueber Lecithin und seine Bedeutung.* Internat. Beiträge z. Path. u. Therap. der Ernährungsstörungen III, pag. 455-61.

124) D. M. Lawrow. *Zur Frage über die Beeinflüssung der Wirkung von Medicamenten durch Lecithine.* Bioch. Zeitschr, 1913, Vol. LIV, pag. 16-26.

125) I. Nerking. *Narkose und Lecithin,* Münch. Med. Wochenschr, Vol. LVI, pag. 1475-78.

126) B. Kramer. *The rôle of lipoids and particularly lecithin in narcosis.* Proceeding soc. of exper. Biol. and Med. Vol. X, 1° pag. 15-16.

127) H. Marchand. *Cholestérin et sommeil.* Compt. rend. soc. biologie, LXXII, pag. 615-16.

128) R. Dubois. *Sur le mécanisme de l'autonarcose carbonique.* Compt. rend. soc. biolog. Vol. XLVII pag. 830-31, 1895.

129) A. Brissemoret et A. Joanin. *Sur les proprietés pharmacodinamiques de la cholestérine.* Compt. rend. soc. biolog. LXXII, pag. 824-25.

RICERCHE SULLA EREDITÀ NEI PICCIONI DOMESTICI

I.

EREDITÀ DI CARATTERI CRANICI IN RAPPORTO ALLA ORIGINE DELLE RAZZE DOMESTICHE

MEMORIA
DEL
Prof. ALESSANDRO GHIGI

letta nella Sessione del 22 Marzo 1914.

(CON 2 TAVOLE E 5 FIGURE NEL TESTO)

Sommario.

I. Impostazione del problema, materiale e metodo.
II. Serie genealogiche ibride.
III. Misure craniche in *Columba livia* ed altre specie.
IV. Variazioni delle misure craniche negl' ibridi domestici ed in *C. livia*
V. Riassunto dei risultati e conclusione.

I.

Impostazione del problema, materiale e metodo.

Uno dei maggiori argomenti portati a favore della teoria dell' evoluzione è stato tratto dalla variazione degli animali e delle piante allo stato domestico; tra i primi, i piccioni hanno sempre fornito uno dei migliori esempi, sia per la loro estrema variabilità, sia per la loro derivazione da un presunto stipite unico, la *Columba livia*.

Questa ipotesi, nella opinione comune degli autori, è passata nel campo delle cose certe e provate, in seguito ad una esperienza di DARWIN ed all' interpretazione datale da lui stesso ed accettata universalmente, cosicchè oggi non v' ha libro di testo e perfino di coltura popolare, il quale non contenga queste due affermazioni:

1° I piccioni domestici d' ogni razza derivano esclusivamente dalla *Columba livia;*

2° I piccioni domestici d' ogni razza, incrociati fra loro, riproducono l' antenato *Columba livia*.

Il CUÉNOT in un suo libro recente, parlando dell' atavismo così si esprime: « Ricorderò innanzi tutto l' esempio classico di DARWIN (Variazione, p. 100): egli « incrociò fra loro due razze perfettamente definite e costanti di piccioni, due nere,

« una bianca a coda rossa ed una bianca, ed ottenne ibridi scuri che accoppiò: « quest'ibridi alla lor volta, dettero piccioni di un magnifico bleu col groppone bianco, « una doppia sbarra nera sulle ali, le piume caudali rigate di nero ed orlate di bianco, « insomma il preciso ritratto del piccione di roccia (*Columba livia*), che è lo stipite « delle razze domestiche ».

Ciò premesso, è facile spiegare il risultato di Darwin senza ricorrere all'atavismo verso la *Columba livia*. In due delle razze incrociate dal Darwin, il pavoncello ed il barbo, esistono le varietà bigie con verghe nere e nella terza razza, l'*heurlè* bianco a coda rossa, esiste la varietà a coda bigia. Il color bigio a verghe nere della *Columba livia*, come il grigio del topo selvatico, proviene evidentemente da un certo numero di determinanti suscettibili di mutazioni progressive e regressive: queste incrociate fra loro riproducono il color bigio a verghe nere.

Ma vi sono nei piccioni dei colori fenotipici: per esempio bianco e nero, i quali non sono mutazioni di bigio a verghe nere, ma di giallo e di rosso uniforme. Quei colori incrociati assieme non producono mai il bigio a verghe nere, ma il giallo, il rosso ovvero una tinta intermedia fra queste.

Questa mia asserzione ha una prova nel colore del cappuccino inglese, quale almeno è stato allevato negli ultimi quindici anni. Io ho avuto degli esemplari di primissimo ordine e ne ho ottenuto circa duecento prodotti: gli adulti erano tutti bianchi, ovvero a disegno e colorati di rosso, di giallo o di nero. Mai ho ottenuto un esemplare a disegno bigio con sbarre nere. Nei piccioni triganini di Modena il Bonizzi registra 152 colori diversi, nè fra questi è indicato il bigio a verghe nere.

Questi fatti ed altre considerazioni mi hanno indotto a pensare che i piccioni domestici non abbiano per unico antenato la *Columba livia*, e che altre specie, come la *Columba leuconota* e la *Columba rupestris*, possano essere annoverate fra gli antenati di alcune almeno fra le razze domestiche. Tale concetto ho svolto in una mia nota, ma non ho potuto ottenere alcuna conferma sperimentale, perchè dalle Colombe leuconote importate dal Tibet non ho avuto fino ad ora riproduzione di sorta.

Frattanto ho voluto vedere quanto sia rispondente a verità il secondo postulato, che i piccioni domestici d'ogni razza, incrociati fra loro, riproducano il presunto antenato *Columba livia*.

L'esperimento del Darwin fu ripetuto da Staples-Browne con risultati analoghi. Più recentemente il Bonhote e lo Smalley eseguirono ricerche sull'eredità di colori e di macchie nei piccioni, col proposito di giungere ad ottenere i medesimi risultati di Darwin, ma con precisione maggiore, ed in modo da potere attribuire ai fatti osservati una interpretazione rigorosamente scientifica.

Gli esperimenti di Bonhote e Smalley danno risultati i quali, uniti a fatti generali già accertati con metodo scientifico e ad altri che la lunga esperienza degli allevatori rende non meno sicuri, permettono di attribuire all'esperimento di Darwin una interpretazione che io credo verrà confermata in seguito.

Il Bonhote e lo Smalley hanno, fra l'altro, riconosciuto che il colore bleu (tipico

della *Columba livia*) è dominante sull' argentato (silver, che nella nomenclatura colombofila italiana corrisponde al colore di pietra chiara; così almeno risulta dalla figura colorata del lavoro del Bonhote). Lo scagliolo (chequer) che è un bleu più o meno abbondantemente macchiato di nero è dominante sul bleu privo di nero. È già noto per molteplici e svariate ricerche che il pigmento è dominante sull' assenza del medesimo, ossia che un manto colorato è dominante sul manto bianco; questo fatto io ho trovato applicabile anche per quanto si riferisce ai piccioni. In oltre il bleu rappresenta in qualche caso una mescolanza di bianco e di nero, la qual cosa è provata per le galline andaluse. Finalmente, sebbene le osservazioni di Loisel sulla discendenza dei piccioni viaggiatori abbiano condotto quest' autore alla conclusione che al loro colore non siano applicabili le leggi di Mendel, conclusione erronea giacchè è noto che i piccioni viaggiatori non sono mai puri di colore, tenendosi sempre mescolati i neri, i bigi vergati (bleu) gli scaglioli ed i mugnai (mealy, meuniers), le statistiche dello stesso autore tendono a provare che il bigio e nero, sia questo ultimo colore a scaglia o soltanto a sbarre, appare in maggior numero del mugnaio (109 contro 79), dal che si può presumere che in serie pura di colore il primo sia dominante sul secondo.

Fin dal 1912, in una nota pubblicata nei rendiconti di questa Accademia, rilevai l' opportunità di sperimentare su larga scala l' ibridazione dei piccioni domestici, per vedere quanto risponda a verità l'affermazione, che dalla fusione delle più importanti variazioni che si riscontrano in essi, risorga per reversione la *Columba livia*, o se invece si ottenga un tipo di piccione diverso.

Con quella nota portai un primo contributo alla soluzione del quesito, esponendo i primi risultati di incroci fatti tra otto delle razze più diverse di piccioni domestici, le quali erano state accoppiate due a due, e successivamente gli ibridi erano stati pure accoppiati fra loro, in modo che nei prodotti della terza generazione incrociata ciascuna delle razze stipiti è rappresentata per un ottavo.

Concludevo che questi bastardi differiscono dalla *Columba livia* non quanto i piccioni delle piazze, che con essa sono spesso incrociati, ma quanto i piccioni domestici che si sogliono incontrare nelle campagne. La fronte è più convessa, il becco più robusto che non nella *C. livia*; il petto più ampio, la statura maggiore, le narici più turgide, i tarsi più alti.

Nel biennio successivo al 1911 ho allevato una nuova generazione F_2 che proviene da quella che indicherò come F_1 ($^1/_8$), e poichè di quella e di questa ho ucciso la maggior parte degli esemplari conservandone il cranio, è mia intenzione di studiare ora le misure craniche, in modo da potere determinare per mezzo di numeri la differenza esistente fra questi ibridi e la *C. livia*.

Per tutto ciò che si riferisce all' aspetto esteriore dei riproduttori di razza pura e delle generazioni ibride, mi rimetto, salvo brevi cenni, alla citata nota, alla quale sono unite otto figure tratte da fotografie dei vari ibridi e di un piccione torraiuolo. Io qui mi limito allo studio del cranio, tanto più che nel corso degli esperimenti e

delle osservazioni fatte, ho potuto persuadermi che le maggiori variazioni scheletriche sono quelle che si riferiscono precisamente al cranio, mentre le altre ossa variano poco.

Le razze scelte per questo incrocio furono le seguenti, delle quali ritengo opportuno dare una diagnosi brevissima.

1. Gozzuto — Piccione di mole grande, eretto sulle gambe altissime, capace di gonfiare l'esofago a guisa di palloncino. Il suo capo, molto grande, non offre particolarità strutturali, salvo una maggiore robustezza del becco.

2. Romano — È il colombo che raggiunge le maggiori dimensioni. Le sue forme non si discostano in modo rimarchevole dalla *Columba livia*, ma il capo ha palpebre e narici più sviluppate, cosicchè esso appare più massiccio.

3. Bagadese — Più grosso, più alto e più corto della *C. livia* ha il collo più lungo ed il becco lunghissimo; esso è fortemente curvato nella razza del Bagadese-cigno da me scelto per l'incrocio. Narici e palpebre molto sviluppate.

4. Maltese — Dimensioni del bagadese. Il corpo è più alto, la coda assai breve e rialzata, il collo eretto cosicchè questa razza somiglia sensibilmente per la forma alle galline. Il becco è forte, non troppo lungo e le narici normali.

5. Pavoncello — Dimensioni normali; capo come nella *Columba livia*. Timoniere non meno di 18, portate a ventaglio. Uropigio assente. Corpo agitato da un tremito paralitico.

6. Cappuccino — Dimensioni normali, capo con becco più breve che nella *C. livia*. Le penne del collo sono straordinariamente allungate e disposte in due vortici, uno dei quali forma un cappuccio dietro all'occipite, e l'altro un boa ai lati del collo.

7. Barbo — Dimensioni normali; capo con becco brevissimo e largo; palpebre enormemente sviluppate in grandi caruncole perioculari. Corpo allungato e basso.

8. Chinese — Dimensioni normali o più piccole che nel torraiuolo. Capo con becco assai breve, narici e palpebre normali. Penne del petto formanti una rosa tutt'intorno ad un punto centrale, da cui parte una cravatta che sale lungo la gola e forma un bavero ai lati del collo.

Le otto razze suddette possono essere divise in due gruppi, nel modo seguente:

1° Colombi di mole maggiore, più o meno fortemente dolicomorfi: Gozzuto, Romano, Bagadese, Maltese.

2° Colombi di mole minore, salvo il Pavoncello decisamente brachimorfi: Cappuccino, Barbo, Chinese ed il nominato Pavoncello.

Gli accoppiamenti furono eseguiti nel modo seguente:

Num. d'ordine	♂ ♂	♀ ♀
1	Gozzuto	Romano
2	Bagadese	Maltese
3	Pavoncello	Cappuccino
4	Barbo	Chinese

Le misure da me prese sono le seguenti :

1° lunghezza totale dello scheletro del capo dall' apice della mascella superiore alla cresta sovrastante il forame occipitale ;

2° lunghezza del cranio da questo ultimo punto, al punto nel quale i processi nasali del premascellare si saldano colla fronte ;

3° lunghezza del becco dall' apice della mascella all' estremità dei processi nasali del premascellare ;

4° larghezza massima del cranio.

A queste misure reali vanno aggiunti due altri valori: l'indice cefalico che è calcolato dividendo la larghezza massima moltiplicata per 100 per la lunghezza totale del capo, ed il rapporto fra la lunghezza del becco e quella del cranio, calcolato dividendo la prima moltiplicata per 100 per la seconda.

Come istrumenti misuratori mi son valso di compassi di spessore a branca scorrevole, quali si usano comunemente in antropometria.

Degli otto riproduttori non ho potuto sacrificare il Gozzuto, il Romano ed il Barbo; le misure ed i valori cranici degli altri cinque risultano dallo specchietto seguente :

Razza	Lungh. tot. d. scheletro del capo	Larghezza massima del cranio	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Indice cefalico	Rapporto fra cranio e becco
Bagadese . . .	mm. 64,8	mm. 22,2	mm. 37,5	mm. 33,1	34,2	88,0
Maltese . .	» 57,2	» 22,4	» 36,3	» 23,7	39,1	65,2
Pavoncello .	» 48,9	» 18,6	» 29,8	» 20,6	38	69,1
Cappuccino .	» 46,8	» 20,3	» 31,9	» 16,7	43,3	52,3
Chinese . .	» 43,4	» 19,1	» 30,3	» 14,9	44	49,2

II.

Serie genealogiche degl' ibridi.

F_1

La tabella seguente dà le misure ed i valori dei quattro ibridi di prima generazione che furono scelti come riproduttori.

Natura dell'incrocio	Lungh. tot. d. scheletro del capo	Larghezza massima del cranio	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Indice cefalico	Rapporto fra becco e cranio
Gozzuto × Romana . .	mm. 64,3	mm. 22,6	mm. 39,2	mm. 27,2	35,1	69,1
Bagadese × Maltese . .	» 61,6	» 22	» 35,9	» 27,9	35,7	77,2
Pavoncello × Cappuccina	» 50,3	» 20,5	» 32,4	» 20,3	40,7	62,2
Barbo × Chinese . . .	» 44,6	» 19,2	» 29,9	» 16,5	43,0	55,0

Come ho detto precedentemente non ho potuto preparare il cranio del Gozzuto, del Romano e del Barbo, quindi non posso fare confronti tra gl' ibridi provenienti da queste razze e le razze pure medesime. Ho detto peraltro come entrambe queste coppie siano omogenee rispetto alla lunghezza del capo, dolicomorfa l' una e brachimorfa l' altra, cosicchè è da presumere che i valori degli ibridi corrispondano presso a poco con quelli di ciascuna delle razze pure.

Le misure ed i valori della coppia Bagadese e Maltese in confronto a quelle dell' ibrido, risultano dallo specchietto seguente.

Misure e valori dello scheletro del capo	Bagadese	Maltese	Media delle razze pure	Ibrido
Lunghezza totale	mm. 64,8	mm. 57,2	mm. 61,0	mm. 61,6
» del cranio . .	» 37,5	» 36,3	» 36,9	» 35,9
» del becco . .	» 33,1	» 23,7	» 28,4	» 27,9
Larghezza massima . . .	» 22,2	» 22,4	» 22,3	» 22
Indice cefalico	— 34,2	— 39,1	— 36,6	— 35,7
Rapporto fra cranio e becco	— 88	— 65,2	— 76,6	— 77,2

Le misure dell' ibrido corrispondono, salvo lievissime differenze che non hanno importanza, alla media aritmetica delle misure nei genitori di razza pura. Le minori dimensioni del cranio in confronto a quelle dei due genitori si debbono certamente al fatto che il bagadese è ♂ mentre l'ibrido è ♀; nei piccioni bagadesi le dimensioni sono sensibilmente diverse nei due sessi.

Le misure della coppia Pavoncello e Cappuccino, in confronto a quelle dell' ibrido, risultano dallo specchietto seguente.

Misure e valori dello scheletro del capo	Pavoncello	Cappuccino	Media delle razze pure	Ibrido
Lunghezza totale	mm. 48,9	mm. 46,8	mm. 47,8	mm. 50,3
» del cranio . . .	» 29,8	» 31,9	» 30,8	» 32,4
» del becco . . .	» 20,6	» 16,7	» 18,6	» 20,3
Larghezza massima . . .	» 18,6	» 20,3	» 19,4	» 20,5
Indice cefalico	— 38	— 43,3	— 40,6	» 40,7
Rapporto fra cranio e becco	— 69,1	— 52,3	— 61,7	— 62,2

Le misure dell' ibrido sono tutte superiori alla media, ed anche a quelle dei genitori: tale accrescimento è dovuto alla maggiore robustezza dell' ibrido in confronto ai genitori lungamente selezionati. Ciò si desume anche dal fatto che l'aumento delle diverse lunghezze è correlativo, tanto che l'indice cefalico dell'ibrido corrisponde a quello calcolato risultante dalla media degl'indici rilevati nei genitori puri. L' ibrido è dunque intermedio fra il cappuccino ed il pavoncello, e poichè lo stesso fatto è osservato nel prodotto dell' accoppiamento fra bagadese e maltese, possiamo concludere che i vari ibridi appartenenti ad F_1 hanno le dimensioni del capo e del becco intermedie fra quelle dei genitori, qualunque sia stata la razza alla quale questi appartenevano.

F_1 ($^1/_4$)

Gli esemplari di questa generazione che indico sempre con F_1 perchè provengono da un nuovo incrocio, contengono un quarto di sangue di ciascuna delle razze pure progenitrici.

Essi appartengono a due gruppi: quello delle razze dolicomorfe e quello delle razze brachimorfe. Del primo gruppo allevai una ventina di esemplari molto omogenei per forma, dimensioni, e per la lunghezza apparente del becco, cosicchè ho creduto sufficiente limitarmi a prendere le misure di 3 crani. Del secondo gruppo allevai solo 7 esemplari, i quali hanno mostrato maggiore variabilità; di essi ho misurato 5 crani.

Misure cefaliche nella serie dolicomorfa.

(Gozzuto × Romana) × (Bagadese × Maltese)

Num. d'ordine	Lunghezza totale	Larghezza massima	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Indice cefalico	Rapporto fra cranio e becco
1	mm. 60,7	mm. 22,4	mm. 36,8	mm. 26,7	36,90	72,20
2	» 60,3	» 21,3	» 36,7	» 27,1	35,31	73,30
3	» 61,0	» 22,3	» 37,3	» 26,3	36,56	70,75
Medie	mm. 60,7	mm. 22,0	mm. 36,9	mm. 26,7	36,25	72,08

Misure cefaliche nella serie brachimorfa.

(Pavoncello × Cappuccino) × (Barbo × Cravattata)

Num. d'ordine	Lunghezza totale	Larghezza massima	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Indice cefalico	Rapporto fra cranio e becco
4	mm 48,7	mm. 19,5	mm. 32,5	mm. 18,5	40,04	56,30
5	» 45,9	» 18,9	» 29,8	» 17,7	41,18	59,11
6	» 45,9	» 20	» 29,6	» 18,0	43,76	60,32
7	» 47,8	» 18,4	» 31,2	» 18,9	38,49	60,57
8	» 47,9	» 18,9	» 31,3	» 19,2	39,47	61,10
Medie	mm. 47,2	mm. 19,1	mm. 30,9	mm. 18,4	40,59	59,48

Confrontando le misure medie ed i valori medi degl' ibridi dolicomorfi con quelli dei genitori, si ha la tabella seguente.

Misure e valori dello scheletro del capo	Gozz. × Rom.	Bag. × Malt.	Media fra i due ibridi precedenti	Media dei prodotti F_1 (1/4)
Lunghezza totale	mm. 64,3	mm. 61,6	mm. 62,9	mm. 60,7
Larghezza massima . . .	» 22,6	» 22	» 22,3	» 22,0
Indice cefalico	— 35,1	— 35,7	— 35,4	— 36,2
Lunghezza del cranio . . .	mm. 39,2	mm. 35,9	mm. 37,5	mm. 36,9
» » becco . . .	» 27,2	» 27,9	» 27,5	» 26,7
Rapporto fra cranio e becco	— 69,1	— 77,2	— 73,1	— 72,0

Si deduce che le misure non sono trasmesse uniformemente ed in correlazione. La lunghezza totale in mm. 60,7 è inferiore a quella dei due ibridi progenitori, ma è superiore a quella di uno degli antenati, il Maltese, che misura mm. 57,2. Confrontando le altre misure e l' indice cefalico coi valori delle due razze pure stipiti maggiormente antagoniste, Bagadese e Maltese, si vede come esista una considerevole rassomiglianza; come i valori dei prodotti F_1 ($^1/_4$) siano compresi nel campo di variazione e si avvicinino ai valori intermedi delle razze pure maggiormente divergenti.

Confrontando ora gl' ibridi brachimorfi coi genitori loro, si ha lo specchietto seguente.

Misure e valori dello scheletro del capo	Pav. × Capp.	Barb. × Chin.	Media fra i due ibridi precedenti	Media di F_1 ($^1/_4$)
Lunghezza totale	mm. 50,3	mm. 44,6	mm. 47,4	mm. 47,2
Larghezza massima . . .	» 20,5	» 19,2	» 19,8	» 19,1
Indice cefalico	— 40,7	— 43	— 41,8	— 40,6
Lunghezza del cranio . . .	mm. 32,4	mm. 29,9	mm. 31,1	mm. 30,9
» » becco . . .	» 20,3	» 16,5	» 18,4	» 18,4
Rapporto fra cranio e becco	— 62,2	— 55	— 58,6	— 59,4

Nella serie brachimorfa le misure sono trasmesse con assai maggiore uniformità che non nella serie dolicomorfa. I valori medi tratti dai prodotti misurati, coincidono quasi completamente con quelli medi dedotti dai genitori ibridi mezzo sangue; anzi la lunghezza del becco è, nell' uno e nell' altro caso, calcolata in mm. 18,4.

È interessante confrontare la media reale di questa generazione ibrida con quelle calcolate dei genitori ibridi e dei progenitori di razza pura che si possono considerare come maggiormonte antagonisti nella serie, e precisamente il Pavoncello ed il Chinese.

Misure e valori dello scheletro del capo	Medie calcolate fra Pavoncello e Chinese	Medie calcolate in F_1 ($^1/_4$)	Medie ottenute in F_1 ($^1/_4$)
Lunghezza totale	mm. 46,1	mm. 47,4	mm. 47,2
Larghezza massima . . .	» 19,4	» 19,8	» 19,1
Indice cefalico	— 41	— 41,8	— 40,6
Lunghezza del cranio . . .	mm. 30,1	mm. 31,1	mm. 30,9
» » becco . . .	» 17,7	» 18,4	» 18,4
Rapporto fra cranio e becco	— 59,1	— 58,6	— 59,4

Come si vede, i valori sono quasi identici, e si può dire che la media ottenuta negli ibridi $^1/_4$, i quali si potrebbero anche considerare come seconda generazione d'incroci, sono quasi coincidenti colle medie aritmetiche dei valori spettanti agli antenati delle razze pure maggiormente distanti.

Noto inoltre che qualche misura media di F_1 ($^1/_4$) coincide colla misura reale di uno degli antenati puri o di uno dei genitori ibridi. Per esempio la larghezza massima del cranio è di mm. 19,1 tanto in F_1 ($^1/_4$) quanto nel Pavoncello, e l'indice cefalico medio corrisponde a quello dell'ibrido Pavoncello × Cappuccino.

F_1 ($^1/_8$)

Gli esemplari di questa generazione contengono dunque un ottavo di sangue di ciascuna delle razze progenitrici, e provengono dall'incrocio di un ibrido di mole maggiore e dolicomorfo, con un ibrido di mole minore e brachimorfo. L'incrocio in questa generazione è stato reciproco.

Riproduco nella tabella seguente le misure delle due categorie di riproduttori, con accanto la media tratta dalle medesime.

Misure e valori dello scheletro del capo	Serie dolicomorfa	Serie brachimorfa	Media calcolata
Lunghezza totale	mm. 60,7	mm. 47,2	mm. 53,9
Larghezza massima . . .	» 22,0	» 19,1	» 20,5
Indice cefalico	— 36,2	— 40,6	— 38,4
Lunghezza del cranio . . .	mm. 36,9	mm. 30,9	mm. 33,9
» » becco . . .	» 26,7	» 18,4	» 22,5
Rapporto fra cranio e becco	— 72,8	— 59,4	— 66,1

Nella nota che ho già citato, ho fatto menzione dei caratteri esterni appartenenti a 14 esemplari allevati nel primo semestre del 1911. L'allevamento di questa generazione fu continuato nello stesso anno, raddoppiando il numero dei prodotti. Prima di dare le misure del cranio, credo utile riprodurre e completare le osservazioni fatte sui caratteri esteriori riferibili alle razze progenitrici.

Del gozzuto due esemplari hanno ricordato imperfettamente i disegni bianchi su fondo colorato, mentre nessuno offre caratteri di forma riferibili a quella razza.

Del romano tutti gli esemplari riproducono più o meno imperfettamente la forma, con notevole attenuazione di statura.

Del bagadese un esemplare riproduce quasi esattamente la macchiatura. Tutti gli esemplari hanno palpebre pronunciate; carattere attribuibile ad eredità di questa razza.

Del pavoncello otto esemplari riprodussero un maggior numero di timoniere; alcuni di questi ed altri con timoniere normali riprodussero il tremolio del collo.

Degli ornamenti speciali del cappuccino o del cravattato nessuna traccia; così pure si perdono le traccie del maltese. Le palpebre pronunciate del barbo si fondono con quelle del bagadese; mentre il becco corto di quello e del cravattato, sono ereditati da un certo numero di esemplari. Concludendo, i caratteri etnici esterni degli antenati presenti e riconoscibili in questa generazione riguardano:

1° il maggior sviluppo delle caruncole, riferibile al barbo ed al bagadese;

2° il sopranumero di timoniere ed il tremolio del collo riferibili al pavoncello.

I caratteri che si riferiscono alle dimensioni, si desumono dalla seguente tabella, nella quale sono contemplati quindici esemplari. Di questi ve ne sono dieci, già descritti nella mia predetta nota, mentre gli altri cinque appartengono al gruppo allevato dopo la pubblicazione della stessa. Degli altri esemplari non ho potuto tener conto o perchè scomparsi, o perchè uccisi troppo giovani, nel qual caso il cranio non perfettamente sviluppato, è tale da non potersi comparare cogli esemplari divenuti perfettamente adulti ed uccisi in età di circa diciotto mesi a due anni. Posso peraltro affermare che tutti questi esemplari non misurati appartenevano alle classi medie, perchè mi sono sempre preoccupato di conservare a lungo in vita e di misurare poi tutti quei soggetti che offrivano qualche particolarità e che, in rapporto alla statura, appartenevano a gruppi estremi.

Misure craniche della serie F_1 ($^1/_8$)

Num. di matricola	Lunghezza totale	Larghezza massima	Indice cefalico	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Rapporto fra cranio e becco
11	mm. 55,4	mm. 22,1	39,89	mm. 35	mm. 23,5	67,50
12	» 54	» 20,1	37,22	» 33,1	» 23,4	76,31
13	» 56,5	» 21,3	37,69	» 34,4	» 24	69,26
14	» 55,9	» 21,5	38,46	» 35	» 23,7	67,25
1481	» 53,5	» 20,4	38,13	» 33,5	» 21,9	65,12
1482	» 55,4	» 21,1	38,09	» 34	» 24	75,30
1484	» 56,7	» 21,2	37,39	» 34,6	» 24,3	72,10
1485	» 54,2	» 20,3	37,45	» 33,3	» 23	69,23
1486	» 61,9	» 22,8	36,83	» 36,2	» 28,5	78,26
1487	» 50,3	» 20,6	40,95	» 33	» 19,6	59,33
1488	» 57,2	» 21,4	37,41	» 35	» 24,6	72,30
1490	» 54	» 19,6	36,30	» 32,4	» 23,8	73,14
1496	» 56,4	» 21,4	37,94	» 34,6	» 24,1	69,22
1497	» 55,7	» 21	37,70	» 34,4	» 24	69,26
1499	» 53,3	» 20,4	38,27	» 33,2	» 22,5	67,25
Medie	mm. 55,3	mm. 21	37,98	mm. 34,1	23,6	70,18

Confrontando le medie ottenute con quelle calcolate nella tabella precedente a quest'ultima, risulta che la lunghezza del cranio è maggiore di quella prevista, e poichè la larghezza è eguale (la differenza di un decimo di millimetro è trascurabile) si ha una diminuzione nell'indice cefalico ossia un aumento di dolicomorfismo.

La prevalenza del dolicomorfismo risulta anche da un altro fatto. La lunghezza totale del cranio nella serie dolicomorfa, dalla quale fu scelto uno dei riproduttori, era in media di mm. 60,7, misura superata dal cranio N. 1486 lungo mm. 61,9; nella serie brachimorfa invece la lunghezza del cranio è di mm. 47,2 in media, la qual misura decrescente non soltanto non è oltrepassata, ma neppure è raggiunta da alcun esemplare della generazione F_1 ($^1/_8$), nella quale il cranio più corto misura mm. 50,3.

Il campo di variazione della lunghezza totale del cranio nelle razze pure progenitrici, ha gli estremi determinati dal Cravattato chinese e dal Bagadese, ed è compreso fra mm. 43,4 e mm. 64,8. Il campo di variazione della serie ibrida, della quale ci occupiamo, è compreso fra mm. 50,3 e mm. 61,9; è dunque più limitato.

Di questa serie ho scelto alcuni esemplari come riproduttori, seguendo il concetto di selezionare possibilmente i caratteri atavici delle razze pure e di attenermi per le dimensioni alle misure medie, come quelle che appaiono più comunemente. Una coppia fu costituita coi N.N. 1496 (♂) e 1499 (♀), il primo dei quali aveva 14 timoniere nella coda e la seconda 16; entrambi con collo piuttosto tremolante, con becco sormontato da narici robuste e con palpebre pronunciate.

Un'altra coppia venne formata col N. 1482 (♂), colorato come il Bagadese di Norimberga, e col N. 1481 (♀) interamente bianco. Questi due esemplari avevano le timoniere in numero normale, il becco robusto, narici e palpebre turgide.

La lunghezza totale dello scheletro del capo è risultata per la prima coppia di mm. 56,4 (♂) × mm. 53,3 (♀), e per la seconda coppia di mm. 55,3 (♂) × mm. 53,5 (♀). La media di questi quattro esemplari è mm. 54,6.

F_2

Questa è la prima generazione nella quale i produttori non hanno subito alcun nuovo incrociamento. Durante il 1912 ed una parte del 1913 furono allevati oltre una trentina di esemplari, alcuni dei quali sono ancora viventi e perciò non misurabili, mentre altri si dovettero uccidere per necessità di spazio in età ancor giovane. La tabella seguente reca le misure di 16 crani adulti appartenenti a piccioni di questa generazione, uccisi quando avevano oltrepassato l'anno di età.

Misure craniche della serie F_2

Numero di matricola	Lunghezza totale	Larghezza massima	Indice cefalico	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Rapporto fra cranio e becco
1	mm. 56,5	mm. 21,3	37,69	mm. 35,5	mm. 23,4	65,32
2	» 56,1	» 20,8	38,86	» 34,2	» 24,2	77,20
3	» 53,3	» 20,5	38,46	» 32,9	» 22,4	68,28
4	» 55,4	» 21,4	38,56	» 34,8	» 23,7	68,36
5	» 54,8	» 20,2	36,86	» 33,5	» 23,5	71,16
6	» 54,1	» 21,2	39,19	» 34,6	» 23,1	66,26
7	» 55,4	» 20,6	37,18	» 33,9	» 23,6	69,20
8	» 54,6	» 20,3	37,18	» 33,8	» 22,8	67,15
9	» 51,1	» 19,6	38,34	» 32,1	» 21,8	67,29
10	» 60	» 22	36,67	» 36,4	» 25	68,24
11	» 52,4	» 20,4	38,93	» 33	» 21,3	64,51
12	» 55,6	» 21,3	38,31	» 33,4	» 24,1	72,52
13	» 56,3	» 21,2	37,62	» 34,7	» 24,7	71,63
14	» 53,7	» 19,4	36,13	» 32,2	» 23,6	73,94
15	» 53	» 19,6	36,98	» 32,5	» 22,8	71,17
16	» 55,5	» 20,6	37,12	» 34,2	» 22,6	66,28
Medie	mm. 54,8	mm. 20,6	37,76	mm. 33,8	mm. 23,2	69,28

Confrontando la lunghezza totale media del capo ottenuta, con quella calcolata sulle misure dei quattro produttori, risulta che esse sono quasi coincidenti; la lunghezza media del capo è peraltro alquanto inferiore alla lunghezza corrispondente in F_1 ($^1/_8$), la qual cosa si verifica per tutte le altre misure, cosicchè è lecito affermare che in F_2 le dimensioni sono leggermente diminuite e si delinea una tendenza oltremodo tenue invece ad un aumento di dolicomorfismo.

È inoltre più ristretto il campo di variazione, ma di questo importante argomento tratterò in modo speciale nel capitolo seguente.

In questa generazione attendevo di veder comparire in modo abbastanza pronunciato alcuni dei caratteri atavici, come è lecito aspettare secondo le regole di Mendel. Invece io posso affermare che anche sotto l'aspetto esteriore questa generazione offre presso a poco la medesima uniformità che si è riscontrata nella generazione precedente. Meritano speciale attenzione due esemplari di sesso maschile. Uno è un grosso indi-

viduo che riproduce assai bene la forma del piccione romano con palpebre rosse ben marcate, quali si trovano in questa razza; l'altro è un individuo non molto grosso, con becco assai robusto ma breve e curvo. Si scorge in questo carattere l'eredità della arcuazione del becco del bagadese, la quale si presenta in correlazione ad una assai minore lunghezza.

Colla serie F_2 ha termine la ricerca che io mi ero proposto, tendente a vedere se questi ibridi complicati corrispondano o no alla *C. livia*. La selezione dei caratteri atavici investe un altro problema, che sarà studiato in seguito, quando dal materiale che è oggetto di questo scritto avrò potuto allevare nuove generazioni successive.

III.

Misure craniche in *Columba livia* ed altre specie.

Per trarre qualche utile conclusione dalle tabelle di misure craniche spettanti a ciascuna serie genealogica, è necessario studiare innanzi tutto il cranio del piccione torraiuolo (*Columba livia*) e di altri piccioni selvatici, collo stesso metodo. A tal uopo mi sono procurato dalla Toscana un gruppo di torraiuoli purissimi dei quali la tabella seguente dà le misure.

Misure craniche di *Columba livia* d'Italia.

Numero di matricola	Lunghezza totale del capo	Larghezza massima del cranio	Indice cefalico	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Rapporto fra cranio e becco
1	mm. 53,6	mm. 20,1	37,50	mm. 32,3	mm. 22,3	69,13
2	» 51,9	» 19,6	38,07	» 31,2	» 22	75,40
3	» 53,3	» 20	37,52	» 33,5	» 22,5	67,55
4	» 51,8	» 19,4	37,45	» 32,3	» 21,7	67,59
5	» 51,8	» 19,9	38,41	» 30,8	» 22,5	72,32
6	» 51,4	» 19,1	37,16	» 31,3	» 22	72,27
7	» 50,5	» 19,1	37,62	» 30,8	» 21,4	69,14
8	» 53,5	» 20,4	37,55	» 32,1	» 21,9	68,72
9	» 52,9	» 19,4	36,67	» 32,3	» 22,5	69,21
10	» 50,5	» 19,1	37,62	» 30,5	» 21	68,26
11	» 53	» 20,3	38,30	» 33,2	» 22	66,88
12	» 52,8	» 19,9	37,69	» 32	» 22	68,71
13	» 52,8	» 20	37,87	» 33,1	» 22,5	67,32
14	» 52,9	» 19,3	36,48	» 32,3	» 22,8	75,28
15	» 51,4	» 19,3	37,55	» 32,1	» 21,9	68,72
Medie	mm. 52,2	mm. 19,6	37,56	mm. 31,9	mm. 22,0	69,76

Al gruppo di piccioni torraiuoli (*C. livia*) europei ho potuto aggiungere un cranio di *Columba livia schimperi* proveniente dall' Egitto, e due crani provenienti dalla Libia. Le loro misure risultano dalla tabella seguente.

Misure craniche di *Columba livia* d' Affrica.

Numero d'ordine	Lunghezza totale del capo	Larghezza massima del cranio	Indice cefalico	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Rapporto fra la lunghezza del cranio e del becco
1 (Egitto)	mm. 50,9	mm. 18,4	36,34	mm. 29,8	mm. 21,9	73,14
2 (Libia)	» 52,5	» 19,3	36,95	» 30,6	» 22,8	74,15
3 (Libia)	» 50,6	» 18,5	36,56	» 29,5	» 22,6	76,18
Medie	mm. 51,3	mm. 18,7	37,61	mm. 29,9	mm. 22,6	74,49

Queste poche misure dimostrano come le livie della costa affricana da me esaminate, abbiano il cranio più piccolo ed il becco più lungo delle livie europee, per la qual cosa l' indice cefalico risulta minore. Questo reperto è confermato dalla osservazione di numerosissimi esemplari vivi e morti di provenienza libica ed egiziana, i quali provano che i piccioni torraiuoli delle coste dell'Affrica sono effettivamente più piccoli e più spiccatamente dolicomorfi di quelli europei.

Due esemplari di *Columba leuconota*, specie tibetana e che potrebbe avere avuto parte nella produzione di alcune razze domestiche, hanno dato le misure seguenti.

Misure craniche di *Columba leuconota*.

Numero d'ordine	Lunghezza totale del capo	Larghezza massima del cranio	Indice cefalico	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Rapporto fra le lunghezze del cranio e del becco
1	mm. 52,3	mm. 20,3	38,81	mm. 31,5	mm. 20,8	66,10
2	» 49,7	» 19,3	38,83	» 30,1	» 20,8	68,33
Medie	mm. 51	mm. 19,8	38,82	mm. 30,8	mm. 20,8	67,21

Le misure del capo e del cranio della *C. leuconota* sono poco diverse da quelle della *C. livia*, ma il becco è sensibilmente più breve, cosicchè l' indice cefalico risulta maggiore specialmente in confronto delle livie affricane.

Ecco finalmente le misure di due crani di *C. palumbus*, che mi parvero i più differenti per grandezza fra una dozzina di capi.

Misure craniche di *Columba palumbus*.

Numero d'ordine	Lunghezza totale del capo	Larghezza massima del cranio	Indice cefalico	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Rapporto fra le lunghezze del cranio e del becco
1	mm. 55	mm. 20,3	36,9	mm. 33,7	mm. 24,8	73,21
2	» 57,6	» 21,4	37,2	» 34	» 25,8	75,82
Medie	mm. 56,3	mm. 20,8	37	mm. 33,8	mm. 25,3	74,51

Il cranio del colombaccio è dunque maggiore di quello delle tre forme precedenti, ma la correlazione delle misure è quale si verifica nella *livia*, cosicchè l'indice cefalico è piuttosto basso.

Riunisco, per maggior chiarezza, le medie di queste quattro forme di piccioni selvatici in una tabella unica.

Specie	Lunghezza totale del capo	Larghezza massima del cranio	Indice cefalico	Lunghezza del cranio	Lunghezza del becco	Rapporto fra le lunghezze del cranio e del becco
Columba livia (Europa)	mm. 52,2	mm. 20,3	37,56	mm. 31,9	mm. 22	69,76
» » (Affrica)	» 51,3	» 18,7	36,61	» 29,9	» 22,6	74,49
» *leuconota*	» 51	» 19,8	38,82	» 30,8	» 20,8	67,21
» *palumbus*	» 56,3	» 20,8	37	» 33,8	» 25,3	74,51

Come si desume dall'indice cefalico, la *Columba leuconota* è la forma più brachimorfa, mentre il massimo dolicomorfismo s'incontra nella *Columba livia* d'Affrica. Il colombaccio (*C. palumbus*) sta fra le due forme di *livia*.

Passerò ora allo studio particolareggiato e comparativo di ciascuna misura, considerando come tipiche e fondamentali quelle che spettano alla *Columba livia* europea.

IV.

Variazione delle misure craniche negl' ibridi dei piccioni domestici ed in *C. livia*.

1° Lunghezza totale dello scheletro del capo.

Misure e valori	*C. livia*	F_1 (1/8)	F_2
Misura media in mm. . . .	mm. 52,2	mm. 55,5	mm. 54,8
» minima	» 50,5	» 50,3	» 51,1
» massima	» 53,6	» 61,9	» 60
Centro del campo di variazione	» 52,1	» 56,1	» 55,5
Campo di variazione	» 3,1	» 11,6	» 8,9
Classe di maggior frequenza .	» 51	» 55	» 55

La prima osservazione da farsi in ciascuna serie è che la misura media è molto simile al centro del campo di variazione, e che entrambi questi valori entrano o si avvicinano assai negli ibridi alla classe di maggior frequenza.

Le classi di frequenza nella variabilità corrispondono per maggiore semplicità nelle mie tabelle a mm. interi, ma in realtà se si considera lo specchio generale delle misure della *Columba livia* si troverà che la maggioranza dei crani compresi nella classe 51, sono assai prossimi alla classe 52.

Confrontando la *Columba livia* colla serie degli ibridi, si osserva che in questi le misure assolute sono maggiori; che le medie, il centro del campo di variazione e la classe di maggior frequenza non sono coincidenti; e finalmente che il campo di variazione è molto più esteso nelle serie ibride che non nella *Columba livia*.

Tutto ciò appare chiaramente dalla figura seguente.

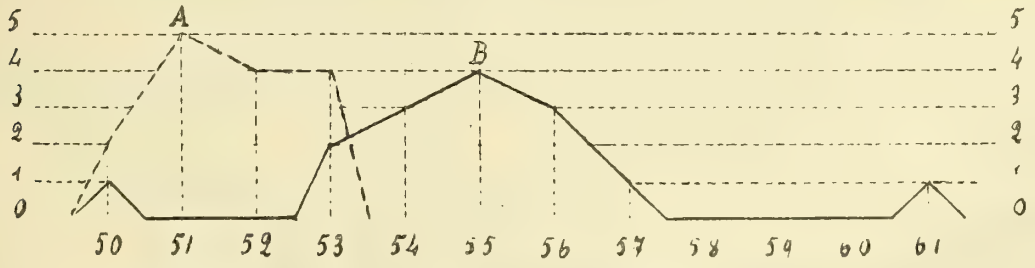


Fig. 1 — Curva della frequenza nella variabilità della lunghezza totale dello scheletro del capo. **A**, *Columba livia*; **B**, serie genealogica F_1 (1/8).

Si può concludere che la lunghezza totale del cranio negli ibridi dei piccioni domestici è maggiore e più variabile che non nella *Columba livia*.

Se poi si confrontano le due generazioni ibride, si vede che in F_2 il campo di variazione della lunghezza totale dello scheletro del capo è più ristretto che in F_1 ($^1/_8$).

2° Larghezza massima del cranio.

Misure e valori	*C. livia*	F_1 ($^1/_8$)	F_2
Misura media in mm. . . .	mm. 19,6	mm. 21	mm. 20,6
» minima	» 19,1	» 19,6	» 19,4
» massima	» 20,4	» 22,8	» 22
Centro del campo di variazione	» 19,7	» 21,2	» 20,7
Campo di variazione	» 1,3	» 3,2	» 2,6
Classe di maggior frequenza .	» 19	» 21	» 20

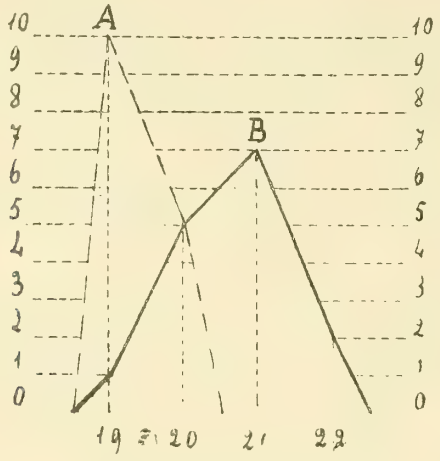


Fig. 2 — Curva della frequenza nella variabilità della larghezza massima del cranio. **A**, *Columba livia*; **B**, serie genealogica F_1 ($^1/_8$).

La misura media coincide quasi esattamente in ciascuna serie col centro del campo di variazione.

L' uno e l' altro valore sono compresi in ciascuna serie nella classe di maggior frequenza.

Il campo di variazione è limitatissimo nella *Columba livia*; più che doppio nelle serie ibride, le quali mostrano peraltro una differenza considerevole tra loro, nel senso che il campo di variazione di F_2 è più ritretto di quello di F_1.

3° Lunghezza del cranio.

Misure e valori	*C. livia*	F_1 ($^1/_8$)	F_2
Misura media in mm. . . .	mm. 31,9	mm. 34,1	mm. 33,8
» minima	» 30,5	» 32,4	» 32,1
» massima	» 33,5	» 36,2	» 36,4
Centro del campo di variazione	» 32	» 34,3	» 34,2
Campo di variazione	» 3	» 3,8	» 4,3
Classe di maggior frequenza .	» 32	» 34	» 34

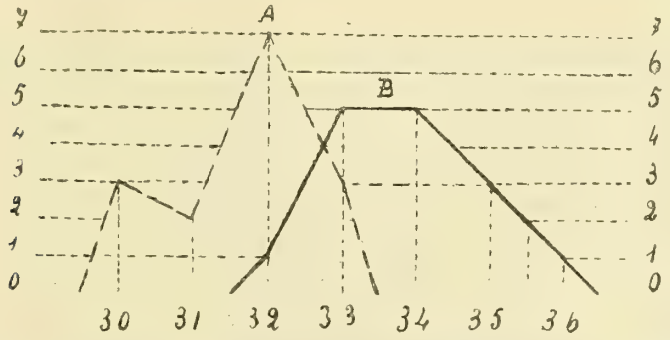


Fig. 3 — Curva della frequenza nella variabilità della lunghezza del cranio. **A**, *Columba livia*; **B**, serie genealogica F_1 ($^1/_8$).

Anche la lunghezza del cranio misurata, come ho già detto, dal forame occipitale al punto in cui i processi nasali del premascellare si saldano sul frontale, offre press'a poco gli stessi caratteri delle altre misure. Noto peraltro che la coincidenza della misura media col centro del campo di variazione è meno sensibile che non nelle precedenti misure. Ma il centro del campo di variazione entra nella classe di maggior frequenza.

Il campo di variazione nella *Columba livia* è superiore a quello che abbiamo osservato per la larghezza del cranio e poco inferiore a quello della lunghezza totale; nelle serie ibride invece si notano due fatti. In primo luogo il campo di variazione di F_2 e superiore a quello di F_1 ($^1/_8$) ed in secondo luogo quest'ultimo supera di poco quello della *Columba livia*.

La lunghezza del cranio nei piccioni domestici ibridi è dunque alquanto maggiore che non nella *Columba livia*; la sua variabilità nei confronti di quest'ultima specie è minore della variabilità osservata nella lunghezza totale e nella larghezza massima del cranio.

4° Lunghezza del becco.

Misure e valori	*C. livia*	F_1 ($^1/_8$)	F_2
Misura media in mm. . . .	mm. 22	mm. 23,6	mm. 23,2
» minima	» 21	» 19,6	» 21,3
» massima	» 22,8	» 28,5	» 25
Centro del campo di variazione	» 21,9	» 24	» 23,1
Campo di variazione	» 1,8	» 8,9	» 3,7
Classe di maggior frequenza .	» 22	» 24	» 23

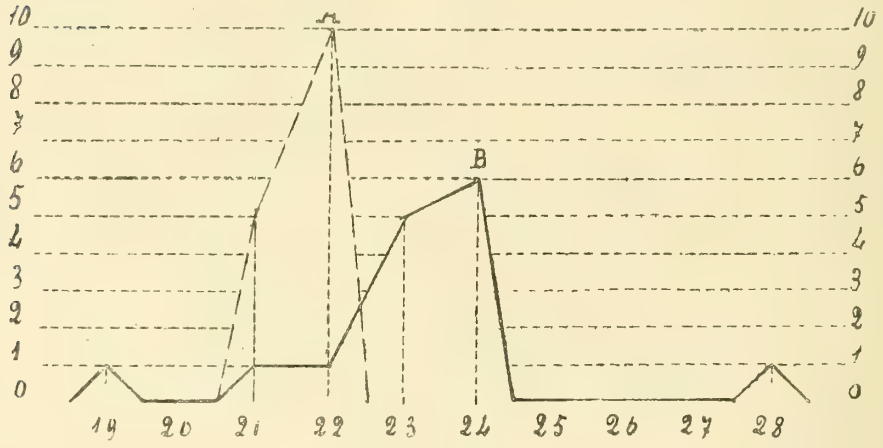


Fig. 4 — Curva della frequenza nella variabilità della lunghezza del becco. **A**, *Columba livia*; **B**, serie genealogica F_1 ($^1/_8$).

La misura media, il centro del campo di variazione e la classe di maggior frequenza sono coincidenti (un decimo di millimetro è quantità trascurabile) in *Columba livia* ed in F_2. In F_1 ($^1/_8$) la misura media è inferiore in modo un poco più sensibile al centro del campo di variazione.

Questo è assai limitato nella *Columba livia*; abbastanza esteso in F_2; estesissimo in F_1 ($^1/_8$).

Tale maggiore estensione del campo di variazione è in rapporto col fatto non ancora osservato della misura minima, che in F_1 ($^1/_8$) è sensibilmente minore di quella osservata nella *Columba livia*. Anche la lunghezza massima è considerevolmente superiore a quella della *C. livia*.

5° Indice cefalico.

Valori	*C. livia*	F_1 ($^1/_8$)	F_2
Medio	mm. 37,56	mm. 37,98	mm. 37,76
Minimo.	» 36,48	» 36,30	» 36,13
Massimo	» 38,41	» 40,95	» 39,19
Centro del campo di variazione	» 37,44	» 38,62	» 37,66
Campo di variazione	» 1,93	» 4,65	» 3,06
Classe di maggior frequenza .	» 37	» 37	» 38

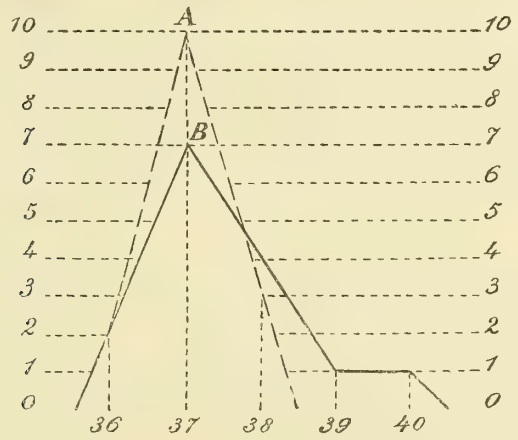


Fig. 5 — Curva della frequenza nella variabilità dell' indice cefalico.
A, *Columba livia* ; **B**, serie genealogica F_1 ($^1/_8$).

Il rapporto fra la maggiore lunghezza e la massima larghezza dello scheletro del capo è considerato come il valore più importante per lo studio quantitativo del cranio.

Nella *Columba livia* l' indice cefalico da un minimo di 36,48 sale ad un massimo di 38,41, ed offre una media di 37,56 quasi coincidente col centro del campo di variazione, compresi l' uno e l' altro nella classe di maggior frequenza. Il campo di variazione è molto limitato.

Nella prima generazione ibrida l' indice cefalico da un minimo di 36,37 sale ad un massimo di 40,95, la qual cosa ci dice subito che in confronto della *Columba livia* gl' ibridi domestici hanno un campo di variazione più ampio (4,65) e più sviluppato nel senso del brachimorfismo. L' indice medio, calcolato in 37,98 non coincide col centro del campo di variazione e conferma l' aumento, sebbene leggero, di brachimorfismo.

Nella seconda generazione ibrida l'indice cefalico sale da 36,13 a 39,19 con un campo di variazione di 3,06, minore di quello di $F_1\,{}^1/_8$, ma sempre molto maggiore di quello della *livia*. Il centro del campo di variazione è al di sotto dell'indice medio: l'uno e l'altro non si trovano nella classe di maggior frequenza. Anche in F_2 v'ha maggiore variabilità in direzione brachimorfa che non in *Columba livia*.

6° Rapporto fra la lunghezza del cranio e la lunghezza del becco.

Valori	*C. livia*	F_1 ($^1/_8$)	F_2
Medio	69,76	70,18	69,28
Minimo	66,88	59,33	64,51
Massimo	75,40	78,26	77,20
Centro del campo di variazione	71,14	68,79	70,85
Campo di variazione	8,52	18,93	12,69
Classe di maggior frequenza .	68	69	68 - 71

Questo rapporto, se considerato nell'ambito di ciascuna serie, fa vedere come non esista una correlazione necessaria fra la lunghezza del cranio e quella del becco. In nessuna serie infatti v'è coincidenza fra la media misura ed il centro del campo di variazione: l'uno e l'altro di questi valori non son compresi nella classe di maggior frequenza.

Confrontando poi tra loro le 3 serie si vede come il campo di variazione sia più ampio negli ibridi domestici e segnatamente in F_1 ($^1/_8$). Rilevo che questa variabilità è notevole anche in *Columba livia*: assai grande anzi se si confronta con quella dell'indice cefalico, il quale ha una deviazione limitata ad 1,93. Per tutte queste ragioni il rapporto fra la lunghezza del cranio e quella del becco non rappresenta un valore utile per istituire confronti.

7° Coefficente di variazione.

Raggruppiamo ora in una tabella unica i campi di variazione delle diverse misure e dell'indice cefalico.

Misure e valori	*C. livia*	F_1 ($^1/_8$)	F_2
Lunghezza totale del capo . .	mm. 3,1	mm. 11,6	mm. 8,9
Larghezza massima	» 1,3	» 3,2	» 2,6
Lunghezza del cranio	» 3	» 3,8	» 4,3
» del becco	» 1,8	» 8,9	» 3,7
Indice cefalico	— 1,93	— 4,65	— 3,06
Rapporto fra cranio e becco .	— 8,52	— 18,93	— 12,69

Per rendere tali valori facilmente comparabili, è opportuno ricavare un coefficente di variazione, che ottengo considerando eguale all'unità per ciascuna misura il campo di variazione di *Columba livia* e facendo la proporzione. Do qui, per esempio, quella che si riferisce alla lunghezza totale in F_1 ($^1/_8$).

$$3{,}1 : 11{,}6 :: 1 : x$$

nella quale

$$x = \frac{11{,}6 \times 1}{3{,}1} = 3{,}7$$

rappresenta il coefficiente di variazione della lunghezza totale del capo in $F_1\ ^1/_8$ ragguagliata alla lunghezza totale del capo del piccione torraiuolo, presa come unità.

Procedendo analogamente si ottiene la tabella seguente.

Misure e valori	*C. livia*	F_1	F_2
Lunghezza totale del capo . .	3,1 = 1	mm. 3,7	mm. 2,8
Larghezza massima	1,3 = 1	» 2,6	» 2
Lunghezza del cranio	3 = 1	» 1,2	» 1,4
» del becco	1,8 = 1	» 4,9	» 2,6
Indice cefalico	1,93 = 1	— 2,40	— 1,58
Rapporto fra cranio e becco. .	8,52 = 1	— 2,23	— 1,46

Queste cifre sono interessanti perchè provano:

1° che la prima generazione ibrida F_1 ($^1/_8$) è notevolmente più variabile della seconda generazione ibrida (F_2).

2° che la massima variabilità si ha nella lunghezza del becco, cosicchè la variabilità notevole che si riscontra nella lunghezza totale è determinata precisamente dal becco, molto variabile, e non dal cranio la cui lunghezza varia meno ancora della larghezza.

3° che l'indice cefalico, ossia il rapporto fra la lunghezza e la larghezza massima varia poco in F_2, dove il becco è meno variabile, mentre in F_1 ($^1/_8$) risente dalla maggior variabilità della lunghezza del becco.

V.

Riassunto dei risultati e conclusione.

Il capo dei piccioni domestici nelle diverse razze è variabile in modo considerevole, ed assai più di quanto non si osservi nelle specie selvatiche ed in particolar modo nella *Columba livia*.

Tale variabilità interessa la larghezza e la lunghezza della scatola cranica, ma in ispecial modo la lunghezza del becco. A questo fatto devesi l'aspetto così differente delle razze domestiche dei piccioni; nè si tratta di fatto anormale giacchè è noto che nell'intera classe degli uccelli il becco è una delle parti più variabili in seguito a speciali adattamenti ed all'isolamento geografico, mentre il cranio varia in modo incomparabilmente minore.

Incrociando otto razze domestiche molto distinte, tante volte quante è stato necessario per ottenere ibridi complicati contenenti ciascuno un ottavo di eredità dei progenitori, le misure si sono via via trasmesse secondo la media corrispondente approsimativamente alla media aritmetica risultante nei genitori. Nell'ultimo incrocio peraltro derivante dall'accoppiamento di individui provenienti da una serie prevalentemente dolicomorfa con altri di serie prevalentemente brachimorfa, i prodotti sono ordinati in una serie che offre un campo di variazione esteso, il quale, derivato specialmente dalla variabilità del becco, interessa anche la lunghezza dello scheletro del capo.

Questa serie variabile può essere distinta in tre gruppi: uno a dimensioni intermedie è numericamente il maggiore; due estremamente scarsi d'individui sono separati dal primo, a ciascuno dei suoi estremi; l'uno di essi è fortemente dolicomorfo e l'altro brachimorfo.

La generazione successiva che ho indicato con F_2 può paragonarsi a quella precedente, ma il suo campo di variazione è meno esteso: vi mancano le misure estreme riscontrate nella serie precedente.

Questo fatto merita un rilievo. Gli autori che negli ultimi anni si sono occupati della eredità delle dimensioni, come Phillips ed altri, hanno provato che F_1 è uni-

forme e le generazioni successive sono variabili. Non credo che i miei risultati siano in contraddizione sostanziale con quelli degli autori suddetti, giacchè la generazione che io ho indicato come F_1 ($^1/_8$) è di fatto, in rapporto alle misure, una terza generazione. Nella mia serie maggiore e prevalentemente dolicomorfa l' incrocio del Bagadese col Maltese, ed in quella minore e prevalentemente brachimorfa l' incrocio del pavoncello col cappuccino danno, nei rapporti della misura, un F_1 presumibilmente uniforme. Quando poi avviene l' unione dell' una coll' altra serie, in F_1 ($^1/_8$) si determina la disunione di quei valori che nella generazione precedente erano rimasti fusi.

Comunque è chiaro questo fatto, che negli incrociamenti che si fanno tra ibridi complicati di piccioni domestici, la disunione in serie dei valori parentali si determina fin dalla prima generazione proveniente direttamente da tali incroci complicati.

Nella seconda generazione poi è possibile limitare o spostare il campo di variazione secondo la natura degli esemplari destinati alla riproduzione. Infatti la mia generazione F_2, meno variabile di F_1 ($^1/_8$) proviene da individui medi di questa serie.

Confrontando il cranio della *Columba livia* d' Europa con quello degli ibridi complicati di prima e di seconda generazione risulta quanto segue.

1° Le dimensioni assolute sono aumentate (lunghezza totale del capo, larghezza massima, lunghezza del cranio, rispettivamente nelle tre misure massima, media e minima), e sono più vicine a quelle del colombaccio (*Columba palumbus*).

2° L' indice cefalico è alquanto maggiore negli ibridi, onde il cranio di questi tende al brachimorfismo come nella *Columba leuconota*, mentre le forme affricane della *C. livia* mostrano in questo la tendenza a variare in senso dolicomorfo, per l' aumento della lunghezza del becco.

3° La variabilità negli ibridi domestici è maggiore che non nella *Columba livia*, e le curve di variazione non coincidono per la diversa estensione del campo di variazione, e per la diversità delle classi di maggior frequenza.

Questi fatti mi sembrano provare che il capo dei piccioni domestici provenienti dall' incrocio di numerose razze tra loro distanti, non rassomiglia affatto a quello della *Columba livia*, ma offre caratteri propri, antagonistici con quelli della *livia*, ed in qualche caso più prossimi ad altre specie di colombi selvaggi, come la *Columba palumbus* e la *C. leuconota*.

Esclusa adunque l' identità degli ibridi domestici colla *Columba livia*, viene a mancare uno degli esempi più notevoli che si sogliono citare come prova che le razze recenti incrociate tra loro riproducano il capostipite, la qual cosa non dovrebbe recar meraviglia perchè diversamente le mutazioni non potrebbero fissarsi per via naturale. Potrebbe darsi tuttavia che la *Columba livia* non fosse il solo antenato dei piccioni domestici, ma questo fatto probabile non è sufficiente a dar ragione di quei caratteri dei piccioni domestici che

deviano non solo da questa o quella specie, ma dall' intera famiglia delle colombe selvagge.

L'atavismo formerà oggetto di speciali ricerche, ed a questo scopo ho conservato alcune coppie della generazione F_2 ($^1/_8$) per esaminare nei loro discendenti l'eventuale ritorno di caratteri appartenenti alle singole razze progenitrici (1).

---

(1) Questo lavoro era in parte stampato, quando ho ricevuto un lavoro di Cole sulla eredità di alcuni colori e sui loro rapporti nei piccioni domestici. Secondo questo sperimentatore il colore bleu è dovuto ad uno speciale fattore che limita l'estensione del pigmento nero sulle barbe; l'argentato è, come già Bonhote e Smalley avevano trovato, una diluizione del bleu, ed il bianco è dovuto ad un numero vario di fattori che impediscono la produzione del pigmento su quelle aree che ognuno di essi influenza. La reversione poi al colore bleu della *Columba livia* nei piccioni domestici, è dovuta semplicemente alla ricostituzione di quella particolare combinazione di fattori che è presente nella *Columba livia*. È quindi confermata dal Cole la conclusione alla quale io ero venuto come allevatore, e cioè che il bleu compare solo in determinate combinazioni di colori.

BIBLIOGRAFIA

1911. Bonhote, J. L. - Smalley F. W. — On colour and colour-pattern inheritance in pigeons. *P. Z. S. London*, 1911, p. 601-619 Pl. XXIII-XXVI.

1876. Bonizzi, P. — I colombi di Modena. Modena, Paolo Toschi e C. Tipografi-Editori, 1876.

1912. Castle, W. E. — The inconstancy of unit-characters. *Americ. Natur.* p. 352-362, 1912.

1914. Cole, L. J. — Studies on inheritance in pigeons: I. Hereditary relations of the principal colors *Agricul. Exper. Stat. Rhode Isaland State College*, Kingston, Bull. 158, 1914.

1911. Cuénot, L. — La genèse des espéces animales. *F. Alcan Éditeur*, Paris 1911. p. 117.

1908. Darwin, C. — Varazione degli animali e delle piante allo stato domestico. 1868 *Trad. ital. di* G. Canestrini p. 115-195.

1908. Ghigi, A. — **1.** Proposta di una nuova classificazione dei piccioni domestici. *Rend. R. Accad. Lincei*, Vol. XVII, ser. 5ª, 1° sem., fasc. 4°, 1908.

1908. — **2.** Sulla poligenesi dei piccioni domestici. *Rend. R. Accad. Lincei*, Vol. XVII, ser. 5ª, 1° sem., fascicolo 5°, 1908.

1911. — **3.** Sulla reversione dei caratteri nei piccioni domestici. *Rend. R. Accad. Scienze Bologna*, Anno 1910-1911, seduta 23 aprile 1911.

1904. Loisel, G. — Recherches de statistique sur la descendance des Pigeons voyageurs. *Compt. rend. 6me Congrés Intern. Zoologie*, Berna 1904, p. 664-672.

1914. Mac Dowel, E. C. — Multiple Factors in Mendelian Inheritance. *Journ. Expér. Zool.* Vol. 16, p. 177-194, 1914.

1912. Phillips, J. C. — **1.** Size inheritance in ducks. *Journ. Exp. Zool.* Vol. 12, p. 369-380, 1912.

1914. — **2.** A further study of Size inheritance in Ducks with observations on the Sex Ratio of Hybrid Birds. *Journ. expér. Zool.* Vol. 16, p. 177-194, 1914.

1908. Staples-Browne, R. — On the inheritance of colour in domestic pigeons, with special reference to reversion. *P. Z. S.* 1908, p. 67-104.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

TAVOLA I.

Fig. 1 — Piccione ibrido ♂ (N. 8) della serie F_2.
» 2 — Capo del medesimo, grandezza naturale.
» 3 — *Columba livia* d'Egitto ♀.
» 4 — Capo della medesima, grandezza naturale.
» 5, 6 — Cranio di *Columba livia*, esemplari europei.
» 7 — Cranio di *Columba livia*, esemplare egiziano.
» 8, 9 — Crani di Colombaccio (*Columba palumbus*).
» 10 — Cranio di *Columba leuconota*.
» 11 — » » Bagadese.
» 12 — » » Maltese.
» 13 — » » Pavoncello.
» 14 — » » Cappuccino.
» 15 — » » Cravattato chinese.

TAVOLA II.

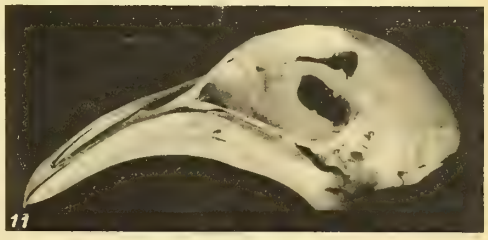
Fig. 16 — Cranio di ibrido Gozzuto × Romana.
» 17 — » » » Bagadese × Maltese.
» 18 — » » » Pavoncello × Cappuccino.
» 19 — » » » Barbo × Chinese.
» 20 — » » » F_1 ($^1/_4$) (Gozzuto × Romana) × (Bagadese × Maltese).
» 21 — » » » » (Pavoncello × Cappuccino) × (Barbo × Chinese).
» 22-27 — Crani di ibridi della serie F_1 ($^1/_8$).
» 28-33 — » » » » » F_2.

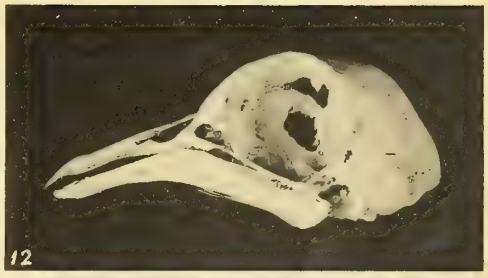
1

3

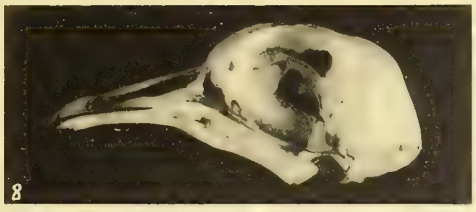
2

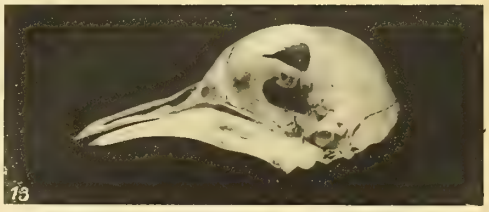
4

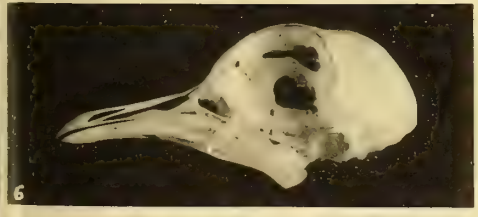

11

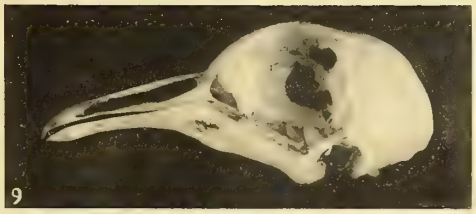

12

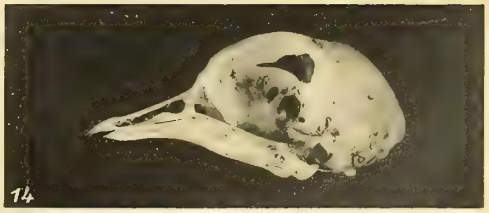
5

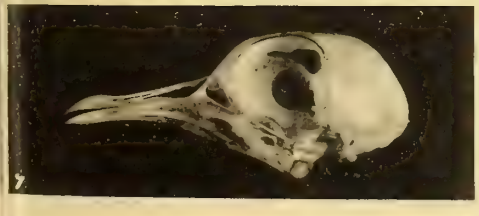

8

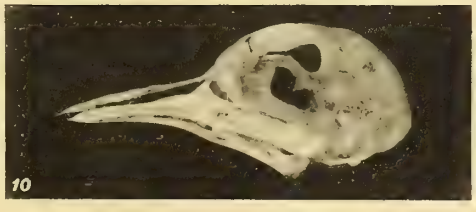

13

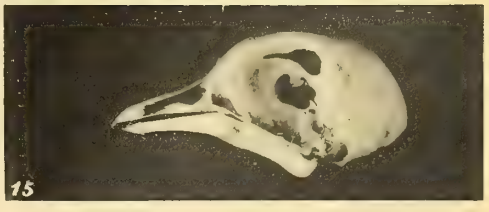

6


9


14


7


10


15

FOTOGRAFIE DI F. ALZANI

16

17

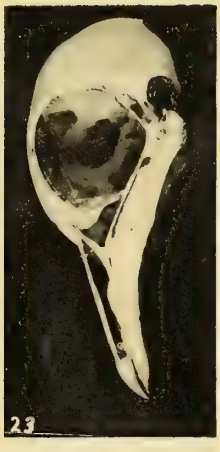
18

19

20

21

22


23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

FOTOGRAFIE DI F. ALZANI

LA NEOFORMAZIONE DELLA CISTIFELLEA SI HA NELL' UOMO DOPO LA COLECISTECTOMIA ?

RICERCHE SPERIMENTALI

DEL

Prof. ALFONSO POGGI

(letta nella Sessione del 24 Maggio 1914)

(CON TRE FIGURE).

In qual modo si comportino le vie biliari e come sia sostituita la funzione della cistifellea in seguito alla colocistectomia sono questioni anche al presente oggetto di interessanti ricerche sperimentali e di osservazioni anatomo-patologiche. L' argomento è importante poi specialmente per la terapia chirurgica perchè, a vero dire, non è ancora assodato quali conseguenze possa avere l' asportazione di tale organo che oggi i chirurgi hanno tanto tendenza a togliere colla ectomia, per sopprimere una causa di recidiva alla calcolosi.

Ma a questa pratica si comincia da alcuni ad opporre la questione se sia buona regola, senza ragioni ben determinate, lasciar troppo in disparte la colocistomia e la colocistectomia parziale, che risparmiano in tutto o in parte un' organo disegnato dalla natura ad una funzione. Invero vi è una corrente di autori che assegnano alla cistifellea un alto potere funzionale, il Murphy, il Browulee e lo Stêinthal ecc., e tanto importante da asserire che l' ectomia rappresenta una causa atta ad accorciare la vita all' operato. Certo che l' opinione che oggi prevale è ben diversa, giacchè dalla maggioranza si crede che l' escissione della cistifellea non porti nessun danno transitorio nè permanente, ritenendola semplicemente come un serbatoio della bile, non assolutamente necessario. L' Huschinson va tanto oltre da giudicare la cistifellea una sorgente continua di pericoli ed un residuo embrionale privo di funzione.

Ora spero di non fare cosa sgradita a cotesta Accademia se comunico ulteriori ricerche in continuazione ed a complemento di quelle che ebbi l' onore di presentare l' anno decorso, sulla supplenza funzionale della vescica biliare, appunto quale serbatoio, nel caso della sua asportazione.

Le indagini presenti sono indirizzate ad un obbiettivo nuovo, non tentato da altri e cioè a ricercare se realmente nell' uomo si avveri quanto si è ottenuto, presso che costan-

temente, nel cane in riguardo alla riproduzione della cistifellea ed alla dilatazione dei dotti extra-epatici.

Forse in questo argomento, come in tanti altri si è stato troppo proclivi nell' applicare all' organismo umano le conquiste della patologia sperimentale, mentre non si deve dimenticare che non sempre le condizioni anatomiche e funzionali di un dato organo sono identiche tra l' animale e l' uomo e che nell' esperimento in genere si cimentano organi sani.

Già nel citato lavoro mentre asserivo nelle conclusioni:

1° Che il nuovo serbatoio della bile per la configurazione sua di sacca con sbocco ristretto può presentare, come la cistifellea, condizioni favorevoli alla formazioni di calcoli.

2° Che stando ai risultati ottenuti nel cane, dovrebbe consigliarsi di accopiar alla colecistectomia l' asportazione del dotto cistico, aggiungevo « resta a dimostrarsi però se nell' uomo come nel cane il dotto cistico abbia altrettanta facilità a lasciarsi distendere da ricostruire una vescichetta ».

Ma come è possibile nella specie umana istituire ricerche che si prestino a tutte le modalità dell' esperimento, ed alla comodità di verificare a piacimento i risultati nello stesso modo che nei bruti?

Se nell' uomo non è dato l' esperimento sul vivo, non è esclusa la possibilltà di poter far ricerche nel cadavere con risultati abbastanza attendibili. Alle osservazioni sugli animali viventi, a scopo di controllo, aggiunsi prove anche sul cadavere di cane e di coniglio ed ottenni risultati, rispetto alla neoformazione della cistifellea ed alla dilatazione dei dotti extraepatici, assolutamente analoghi a quanto avevo ottenuto nel vivo (1).

In detti animali, previamente sacrificati, asportavo il fegato con l' apparecchio escretore unitamente alla corrispondente porzione del duodeno. Introducevo per breve tratto nel coledoco, per la via della papilla, un sottile ago cannellato che veniva fisso con legatura, poi vi iniettavo un liquido con tal pressione da equiparare quella di un colonna d' acqua alta mm. 675, che per le ricerche dell' Oddi segna la pressione maggiore a cui può nel cane resistere lo sfinctere di sbocco del coledoco.

Con questi esperimenti sul morto ho avuto tanto nel cane che nel coniglio lo stesso risultato che agendo sul corpo vivo. E si noti, e questo è importante, che gli effetti dell' asportazione della vescichetta biliare, s' intende nel vivente, sono alquanto diversi tra cane e coniglio, nel primo la dilatazione periforme del cistico rimasto in posto è costante, nell' altro manca quasi sempre.

Inoltre si consideri che il cambiamento di capacità che avviene nei dotti epatici per la mancanza della cistifellea si collega coll' aumento di pressione cui essi sono soggetti per l' accumolo di bile negli intervalli dei pasti, qualora lo sfinctere sia funzionante e continente. Gli esperimenti recentissimi del Franz Best dimostrano appunto che il raccogliersi della bile nei grossi dotti e la loro conseguente dilatazione compresa quella periforme del cistico per l' ectomia negli esperimenti sul cane, è dovuta allo sfinctere terminale del coledoco, perchè, per mezzo di una fistola duodenale, potè verificare che quando esso sia incontinente sì che la bile si versi di continuo, manca qualsiasi dilatazione.

---

(1) La ricostituzione della cistifellea dopo la colecistectomia. Anno 1913.

Per tutte queste ragioni è giusto il presupporre che il detto modo di esperimentare applicato al cadavere umano debba dare gli stessi effetti, rispetto alla dilatazione dei vari tratti dei dotti extra-epatici, che si avrebbero, se si potesse provare sul vivo.

Prendendo in considerazione le differenze anatomiche esistenti fra il dotto cistico del cane con quello dell' uomo relativamente alla lunghezza, alle tuortusità, alla robustezza delle tuniche, all' obliquità di sbocco nell' epatico e all' esistenza o nò di valvole spirali, è facile presuporre a priori una diversità di resistenza nelle pareti. Non credo opportuno fermarmi intorno a tale parallelo di confronto che non potrebbe portare a conclusioni definitive ma solo di probabilità, sebbene che recentemente lavori sulla anatomia chirurgica delle grosse vie biliari, quali quelli di Ruge e del Kunze, abbiano rilevate importanti particolarità anatomiche anche pel dotto cistico.

Intanto sperimentando nel cane con l' iniezione di liquido fatta nell' albero escretore, per la via della papilla, si osserva che il liquido dal coledoco si dirige nel cistico e nella cistifellea dilatandoli, mentre successivamente avviene la dilatazione del coledoco e dell' epatico e ciò conseguentemente alla disposizione anatomica del cistico che col suo asse longitudinale si trova nella stessa direzione del coledoco mentre l' epatico vi sbocca obliquamente. Eseguendo la stessa pratica nel cadavere di uomo è evidente che il liquido di iniezione dilata prima il coledoco e l' epatico e poi successivamente invade il cistico per dilatare con lentezza la cistifellea, la qual cosa è dipendente dall' obliquità d' immissione del cistico nell' epatico e dalle sue valvole spiroidi, mentre l' epatico col suo asse è sul prolungamento del coledoco.

Ma vengo addirittura agli esperimenti più decisivi fatti nel fegato umano asportato assieme al suo apparecchio escretore con la porzione annessa del duodeno. Ho eseguito due serie di esperimenti; una 1ª serie nella quale asportavo la cistifellea in toto previa legatura del cistico: una seconda serie caratterizzata da una incompleta asportazione della vescichetta biliare, lasciando in posto una porzione del collo (previamente legato) unitamente a tutto il dotto cistico. Queste due modalità di casi a me parvero sufficienti per l' obbiettivo delle mie ricerche. Anche in questi esperimenti ho usato lo stesso modo di iniezione del liquido come nel cane con una pressione a presso a poco dello stesso grado e costante.

Ho cominciato dapprima ad esperimentare l' azione dell' iniezione in fegati nei quali avevo in precedenza asportato completamente la cistifellea o l' aveva esclusa per mezzo di un laccio posto nel dotto cistico: in ambo i casi la porzione del cistico lasciato pervio variava a secondo la sede delle allacciature, il più delle volte ho risparmiato tutto il dotto, alle volte nè lasciavo la metà, in qualche caso lo legavo e lo asportavo a poca distanza dall' epatico.

In tutte queste esperienze vi è stato una singolare costanza di risultato, il moncone del cistico, qualunque ne fosse la lunghezza, non ha mostrato di dilatarsi e solo in grado insignificante, assolutamente mai ha dato luogo alla dilatazione cistica quale accenno alla riproduzione della cistifellea, che costantemente si osserva nelle stesse prove eseguite sul cane nel quale per l' iniezione si ha una dilatazione del moncone cistico da simulare in

piccolo la cistifellea, analoga a quella che si ottiene negli esperimenti sul cane vivente: al contrario colpiva l' occhio la notevole dilatazione a rigonfiamenti del dotto coledoco o biliare o di tutti e due, molto superiore di quella che si produce nel cane.

Nell' altra serie di ricerche nelle quali facevo l' asportazione parziale della cistifellea, o l' esclusione, lasciando in posto il collo o solo parte di esso, l' iniezione causava egualmente la dilatazione del coledoco e dell' epatico ma accadeva pure la dilatazione del collo residuato dando luogo ad una vescichetta identica a quella che in analoghe condizioni si osservava avvenire operando nel cane tanto vivo che morto.

Le figure che riporto sono fotografie di alcuni pezzi anatomici ricavati dai descritti esperimenti e dimostrano ad evidenza quanto ho asserito.

Le fig. 1ª e 2ª rappresentano i pezzi anatomici ottenuti dalla 1ª serie di esperimenti: si vede il dotto cistico allacciato con nessuno accenno a dilatazione cistica nè d' altra natura e la cistifellea esclusa vuota, mentre si vedono notevolmente ingrossati ed in alcuni tratti a bozze, il coledoco e l' epatico, in grado diverso.

La fig. 3ª riporta fotografata l' imagine dei pezzi anatomici di un esperimento della 2ª serie nel quale fu lasciato in posto buona porzione del collo della cisti biliare escludendone il corpo; è evidente la dilatazione periforme di detto collo, la ricostituzione della cistifellea nelle dimensioni e forma quali si osservano negli esperimenti di ectomia parziale nell' animale: si rileva pure la dilatazione dell' epatico e del coledoco ben manifesta.

Non ho creduto necessario riprodurre figure di controllo di dilatazione periforme del moncone cistico ottenuta negli esperimenti sul cane perchè numerose si trovano nel mio precedente lavoro.

Le presenti ricerche che io ho fatto su larga scala con risultati costanti, ci dimostrano che nell' uomo, a differenza del cane, il moncone del dotto cistico residuato dall' ectomia della cistifellea non ha tendenza a dilatarsi per ripristinare una nuova vescica biliare, al contrario essa si forma, come nel cane, quando rimanga in posto il collo o una parte di esso.

Riguardo adunque alla supplenza funzionale della cistifellea, come serbatoio della bile, possiamo asserire che nel cane in caso di colocistectomia totale essa avviene per opera in parte della dilatazione del moncone cistico che origina sì una vescichetta analoga alla primitiva, ma in proporzioni molto ridotte, ed in parte dalla dilatazione del coledoco e dell' epatico che realmente avviene sebbene da molti esperimentatori sia stata trascurata.

La supplenza funzionale della cistifellea nell' uomo invece, come si può indurre dagli esperimenti riferiti, avverrebbe tutta a spese della dilatazione del coledoco e dell' epatico se lo sfinctere è contenente, e per nulla a carico della dilatazione periforme del cistico.

Perciò nell' uomo non si avrebbe la ricostituzione della cistifellea nemmeno in minime proporzioni, eccetto che nel caso di una colocistectomia parziale.

Bisogna pur confessare che la maggior parte degli osservatori nell' interpretare i risultati dei loro esperimenti riguardo alla ricostruzione della cistifellea, si sono lasciati trasportare oltre nel valutarne l' entità del fatto.

Certo che il risultato dell' esperimento sul cane nel caso di ectomia totale della cisti-

fellea impressiona molto in quanto che nel moncone del dotto cistico si vede riprodotta una vescichetta contenente bile, tappezzata internamente dalla mucosa e con la configurazione di quella normale; ma quando si confronti la nuova cistifellea con quella asportata, apparisce tanto piccola da non potersi ritenere sufficiente a supplirla interamente nella funzione, insufficienza che poi è compensata dalla dilatazione degli altri due dotti. Così si volle dalla formazione di una nuova cistifellea nel cane, venir all' induzione che pure nell' uomo dovesse originarsi, senza pensare che l' anatomia del cistico umano per molte particolarità ed ispecie per la spessezza delle sue pareti e per l' esistenza di valvole, differenzia non poco da quello del cane.

Il risultato di queste mie ricerche serve poi a delucidare certe osservazioni in apparenza contradittorie, che si sono avute nella dissezione anatomo-patologica delle vie biliari in operati da tempo di colocistectomia, ed anche a chiarire alcuni reperti necroscopici di esclusione patologica della cistifellea.

Fermiamoci prima sulla esclusione patologica della cistifellea che infine è analoga, negli effetti all' esclusione sperimentale.

È noto dall' anatomia patologica, fatta anche durante atti operatori chirurgici, che per calcoli biliari incuneati sul collo o nel dotto cistico, come pure per processi infiammatori o di altra natura in dette sedi, la cistifellea può rimanere segregata dalle vie biliari e quindi impedita nella sua funzione. Se ne conoscono non poche di queste osservazioni fra le quali 5 raccolte dal Couvvisier. In questi ultimi tempi s' apprende da Riedel che quando la cistifellea per calcolo o per altra malattia è incapace di funzionare interviene una dilatazione del coledoco, quale compenso della cistifellea perduta: perciò il Riedel afferma che è bene, quando è possibile, conservare la cistifellea, poichè dopo la sua asportazione si forma una dilatazione del coledoco, antifisiologica, che potrebbe condurre alla formazione ulteriori di calcoli.

Il Convoisier oppone non essere queste osservazioni dimostrative per una sostituzione della cistifellea mediante la dilatazione del coledoco, poichè tutti i reperti ottenuti si possono spiegare col passaggio precedente di calcoli biliari. Questa obbiezione è giusta in sè, in quanto che è innegabile che il passaggio di calcoli, per azione dilatante sulle pareti o per ostacolo al corso della bile, può determinare nei dotti una dilatazione molto più notevole di quello che si possa avere dalla resistenza dello sfinctere: questo è incontestabile.

Non è giusto però, col troppo generalizzare il fatto, essere esclusivisti perchè non si può negare la possibilità di calcoli primitivi incuneati e perchè nelle esclusioni della cistifellea di altra natura l' elemento calcolo manca.

D' altra parte perchè mettere in dubbio l' evenienza possibile di dilatazioni semplici del coledoco e dell' epatico quando gli esperimenti sugli animali avevano già dimostrato avvenire la dilatazione dei grossi dotti oltre quelle ampollare del cistico. Ora poi che le ricerche sul fegato umano hanno rilevato la facilità del dilatarsi dell' epatico e del coledoco ad una pressione corrispondente a quella della resistenza sfincterica, si deve pur tener conto della possibtlità di una dilatazione suppletoria.

Intanto è bene far notare che in parecchi casi di esclusione patologica ben constatati, sia per calcoli incuneati nel collo come per altra affezione, non fu trovato alcuna dilatazione del cistico.

Le osservazioni anatomo-patologiche nei casi di asportazione operatoria della cistifellea presenterebbero senza dubbio certamente le condizioni rigorose di un esperimento sull' uomo per deciderè sulla supplenza funzionale dell' organo asportato. Però è evidente che a tale scopo occorrono due termini ben precisati, un' esatta ricerca necroscopica del fegato e dell' apparato dei dotti, e dall' altra parte la conoscenza esatta delle particolarità operatorie, se fu tolta in parte o completamente la cistifellea, se in parte o completamente il dotto cistico, e se questo era in istato normale oppure dilalato già dal passaggio pregresso di calcoli o da altre cause. Il primo termine è in potere del necroscopo ma il secondo ben specificato il più delle volte manca per tante ragioni ed è assai, se il settore sa in genere dell' avvenuta operazione.

Ho trascorso la letteratura medica circa i casi di operati di ectomia caduti poi sotto l' osservazione anatomica. Finora questi non sono numerosi e riguardo alla ricostituzione di una vescichetta biliare non concludenti perchè essa non sempre è stata verificata e perchè anche se trovata, il più delle volte si ignoravano i particolari operatori e lo stato del dotto cistico prima dell' operazione.

Nei casi di verificata ricostituzione della cistifellea dopo l' operazione sarebbe indispensabile per una giusta valutazione, sapere in modo assoluto se per avventura non fosse stato lasciato in posto un pezzo di cistifellea oppure e più di tutto sapere se il dotto cistico era in condizioni anatomiche normali, perchè se fosse stato previamente dilatato per opera di calcoli, (e si sono osservati perfino casi di tal natura con dilatazioni periformi del cistico) tale condizione patologica spiegherebbe facilmente la neoformazione, senza contradire al risultato degli esperimenti eseguiti in dotti normali.

Così al contrario i casi nei quali non fu trovata la cistifellea neoformata dopo l' ectomia totale, acquisterebbero maggior valore quando con sicurezza si sapesse che non tutto il cistico fu esciso.

Perciò appare chiaro che le ricerche esistenti anatomo-patologiche per decidere della supplenza funzionale della cistifellea nell' uomo in seguito alla colocistectomia, debbono essere valutate con rigorosa disamina, come pure non appaiono sempre concludenti, lo si è già detto, le osservazioni necroscopiche in caso di esclusione patologiche della cistifellea, a meno che con sicurezza non sia stata esclusa l' azione pregressa di altri calcoli biliari.

Adunque restava ancora evidente l' importanza dell' esperimento e per conseguenza l' opportunità di indagare se il risultato avuto negli animali colla cistectomia si poteva applicare senza altro all' uomo.

Ora alcune delle osservazioni anatomo-patologiche ben accertate che erano in contradizione colle conoscenze della patologia sperimentale riguardo agli effetti dell' asportazione della cistifellea, trovano spiegazione da queste mie ultime ricerche sul fegato umano. Non è quindi più da far meraviglia se all' ectomia delle cistifellea od alla sua esclusione patologica nell' uomo, non si è osservato il riprodursi della vescichetta biliare come negli animali.

CONCLUSIONI

Queste mie ricerche sul cadavere che dimostrano la facilità al dilatarsi di vari tratti dei dotti extra-epatici dell' uomo ad una pressione quale può dare la resistenza dello sfinctere terminale del coledoco, e che nel cane e nel coniglio hanno dato lo stesso effetto che l' asportazione della cistifellea nel vivo, non permettono di riportare incondizionatamente, come si è fatto, i risultati della patologia sperimentale, riguardo alla ricostituzione della cistifellea, all' uomo.

In base ai dati delle mie esperienze occorre fare una distinzione (qualora il dotto cistico si trovi anatomicamente e fisiologicamente in condizioni normali) a seconda che l' asportazione della cistifellea sia stata totale o parziale:

1° perchè nell' uomo il moncone cistico, che rimane in seguito alla colecistectomia o alla sua esclusione, non ha alcuna tendenza a dilatarsi o solo in proporzioni insignificanti, mai poi a dar luogo ad una dilatazione periforme come si osserva costantemente nel cane, mentre si ha la dilatazione dell' epatico o del coledoco oppure di entrambi.

2° perchè vi è analogia di comportamento nella neoformazione della cistifellea tra l' uomo ed il cane quando la colecistectomia non sia totale e rimanga in posto il collo o porzione di esso, giacchè anche nell' uomo in tali condizioni, si ha una dilatazione a vescica da riprodurre in proporzioni più piccole e variabile a seconda dei tratti asportati, una nuova cistifellea, oltre, s' intende, la dilatazione dei grossi dotti.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Fig. 1ª — Rappresenta un caso di esclusione di cistifellea totale.
a - cistifellea — *b*, cistico — *e* epatico — *c*, coledoco.

Fig. 2ª — Tolta da un caso di asportazione totale della cistifellea.
b, cistico — *e*, epatico — *c*, coledoco.

Fig. 3ª — Esclusione parziale della cistifellea lasciando pervio il collo.
a - cistifellea — *a'* collo dilatato — *c*, cistico — *e*, epatico — *c*, coledoco.

BIBLIOGRAFIA

Oddi — Bull. della Soc. Med. Chir. di Bologna 1888.
Nasse - Ueber Experimente an der Leber und den Gallenvegen — Arch. f. Klin. Chir. Bd 48 s. 885.
De Voogh. — Ref. in Archiv. f. Clin. Chir. Bd 73 (1904).
Della Rosa — Clinica chir. 1900.
Marchetti — Clinica moderna 1904.
Delore e Cette — Revue de Chirurgie Anno 31°.
Hautefort — Thesè de Paris 1909.
Maquot — Thesè de Paris 1909.
Kehr — Congresso della Società Tedesca di Chirurgia, 1904.
Stubenrauch — Archiv. für Kliniche Chirurgie 1907.
Horken. — Deutsche Zeitschript für Chirurgie 1912.
Haus Kunge — Beiträge zur Anatomie und Chirurgie der Gallenausfüh e rungsgäu (Beiträge zur Klinischen Chirurgie Bd LXXII (1911).
Franz Rost — Die funktionelle Bedeutung der Gallenblase (Mittheilung aus den Grengebieten der medizen und Chirurgie Bd. 26 N. 5 (1903).
Ruze — (Contributo all'anatomia chirurgica delle grosse vie biliari) arch. f. Klin. Chir. Bd 87.
Haus Kehr — Die Praxis der Gallenvege. Chirurgie. I Band. 1913.

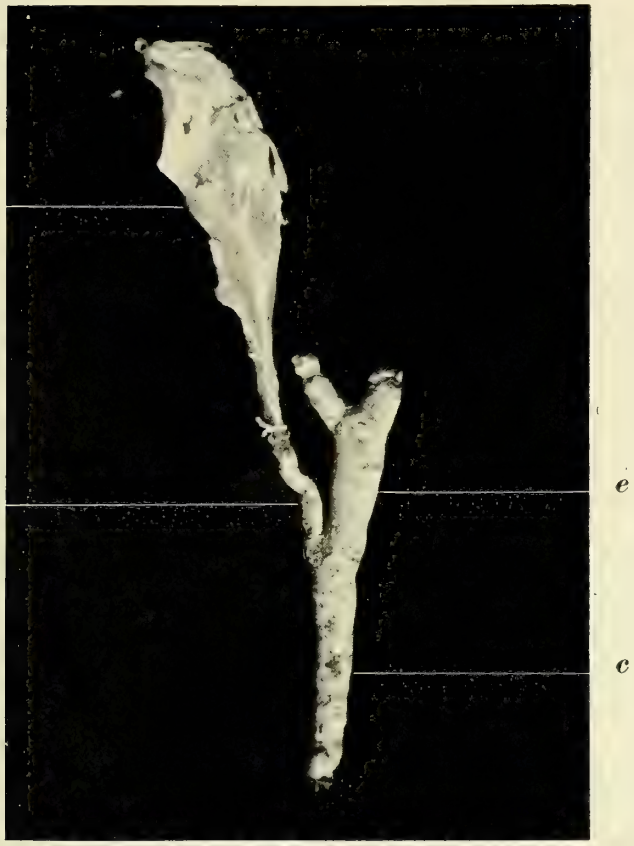


Fig. 1.

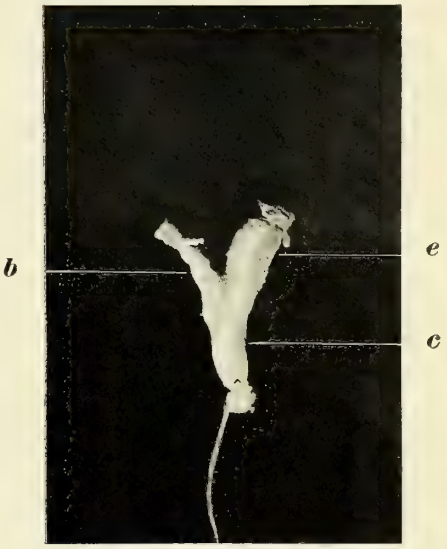


Fig. 2.

Fig. 3.

SUL CONTEGNO
DI
ALCUNE SOSTANZE ORGANICHE NEI VEGETALI

VII. MEMORIA
DI
GIACOMO CIAMICIAN E CIRO RAVENNA

(letta nella Sessione del 17 Maggio 1914).

Nella presente Memoria descriviamo alcune esperienze che servono di complemento a quelle pubblicate nei nostri precedenti lavori.

Come prosecuzione degli studi sul contegno delle sostanze organiche nel tabacco, abbiamo sperimentato i tre cresoli, l' acido fenolsolfonico, la pironatechina, l' idrochinone ed inoltre abbiamo voluto vedere come si comportasse la nicotina stessa.

In un' altra serie di esperienze abbiamo cercato di portare qualche contributo alla formazione dell' isoamilamina nel tabacco, eseguendo delle prove di confronto sui semi in quiete e germinanti e sulle piante in via di sviluppo, relativamente alla presenza della nicotina e dell' isoamilamina.

Inoltre, poichè avevamo a nostra disposizione una notevole quantità di cloridridrati di alcaloidi da noi ottenuti dal tabacco durante la lavorazione degli anni precedenti, vi abbiamo ancora ricercate le basi pirroliche trovate da Pictet, ma che noi non potemmo mai rintracciare.

In questa stessa Memoria, descriviamo infine alcune esperienze eseguite inoculando l' acido gallico nel mais e l' acetone nel mais e nel sorgo. Ciò in prosecuzione dei nostri studi relativi alla formazione dei glucosidi nei vegetali, da cui era risultato che, facendo assorbire alle piante certe sostanze organiche prendevano origine i corrispondenti glucosidi.

I.

Contegno di alcune sostanze aromatiche nel tabacco.

Per meglio studiare il comportamento delle sostanze aromatiche nelle piante di tabacco che, secondo le esperienze descritte nelle nostre precedenti Memorie (1) avevano determinato, in certi casi degli aumenti e in altri delle diminuzioni nella quantità

(1) Queste Memorie, serie VI, Tomo VIII, pag. 47 (1910-11); serie VI, tomo IX, pag. 71 (1911-12) serie VI, tomo X, pag. 143 (1912-13).

di alcaloidi, abbiamo eseguita, fin dall' estate del 1913, qualche altra prova, sia con alcune delle sostanze già adoperate, sia con nuovi corpi.

Le sostanze prescelte per le esperienze che ora descriviamo furono le seguenti: o-cresolo, m-cresolo, p-cresolo, acido fenolsolfonico, pirocatechina e idrochinone. Le due ultime sostanze erano state da noi altre volte sperimentate. La resorcina non potè essere oggetto di studio perchè, come già si disse, ha, sulle piante di tabacco, un' azione fortemente tossica.

Come esperienze di controllo abbiamo tenuto due serie di piante delle quali l' una, costituita da individui che venivano semplicemente privati dei germogli e cimati, come è in uso nella pratica colturale del tabacco; nelle piante dell' altra serie determinàvamo, oltre a ciò, una lesione nel fusto simile a quella che serviva, nelle piante trattate, ad inoculare la sostanza. Ciò perchè, come fu detto altrove, ci risultò che tale lesione determina, per se stessa, degli aumenti nella quantità totale di alcaloidi.

Per le prime operazioni di estrazione delle piante abbiamo approfittato, come negli anni scorsi, della cortesia della Casa Erba di Milano nel cui stabilimento di Dergano vennero preparati gli estratti cloridrici che noi prendemmo poi in esame. Ci è grato esprimere alla Casa Erba, al suo procuratore Cav. Dott. Giovanni Morselli ed al Dott. Raffaele Pajetta che tali operazioni diresse, i sensi della nostra viva riconoscenza.

Allo Stabilimento di Dergano, le piante da noi inviate vennero triturate, la poltiglia fu posta a digerire per qualche tempo in una soluzione di carbonato sodico; la massa ottenuta fu sottoposta alla distillazione in corrente di vapore ed il liquido raccolto, acidificato con acido cloridrico e concentrato a piccolo volume, venne spedito a noi per l' ulteriore lavorazione.

Le prove coi tre cresoli e coll' acido fenolsolfonico furono iniziate il 4 agosto 1913; quelle colla pirocatechina e l' idrochinone, il 27 dello stesso mese. Come testimoni abbiamo perciò prescelto due serie di piante per le prime quattro sostanze ed altre due per i diossibenzoli.

Orto cresolo. — Allo scopo di somministrare questa sostanza allo stato solido e solubile, l' abbiamo trasformata in sale di calcio mescolando intimamente in un mortaio le quantità calcolate di cresolo (una molecola) e di ossido di calcio (mezza molecola). Si ottiene così una massa che in poco tempo solidifica ed è solubile in acqua. Per l' impiego, non venne ulteriormente elaborata.

Si prescelsero, per il trattamento, 4 piante che vennero inoculate, nel modo più volte descritto, nei giorni 4, 13, 25 agosto, 2, 11, 23 settembre e 2 ottobre con gr. 54, complessivamente, della sostanza. Le piante furono raccolte il giorno 7 ottobre 1913 e pesavano in totale, al momento della raccolta, Kg. 6.

Per purificare la soluzione cloridrica intensamente colorata giuntaci dallo Stabilimento Erba, questa venne distillata a secco a pressione ridotta; il residuo, disciolto in poca acqua, fu reso alcalino con carbonato sodico ed il liquido ottenuto fu distillato col vapore sovrariscaldato, raccogliendo il distillato nell' acido cloridrico diluito.

Si distillò a secco, a pressione ridotta, il liquido raccolto; il residuo venne estratto ripetutamente con alcool per eliminare i sali ammonici e l'estratto fu seccato a 100° in stufa Gay-Lussac e pesato.

Si ottennero gr. 16 di cloridrati corrispondenti a 2,67 per mille di piante.

Meta cresolo. — Anche questa sostanza venne inoculata nel tabacco allo stato del suo composto di calcio che fu preparato in modo analogo a quello accennato per l'o-cresolo.

Le inoculazioni vennero eseguite nei giorni 4, 13, 25 agosto, 2, 11, 23 settembre e 2 ottobre 1913, in 5 piante, colla quantità totale di gr. 61 di sostanza. Le piante, che furono prelevate il 7 ottobre, pesavano complessivamente Kg. 9,5. Da esse si ottennero, operando nel modo indicato per l'o-cresolo, gr. 18,5 di cloridrati, corrispondenti a 1,95 per mille parti di piante fresche.

Para cresolo. — In conformità delle prove eseguite cogli isomeri orto e meta, abbiamo adoperato anche il para cresolo allo stato del sale di calcio. Le inoculazioni con questa sostanza vennero anch'esse eseguite nei giorni 4, 13, 25 agosto, 2, 11, 23 settembre e 2 ottobre 1913, in 5 piante, colla quantità complessiva di gr. 64. Le piante prelevate il 7 ottobre avevano un peso totale di Kg. 9,5. Da esse col metodo dianzi descritto, si ottennero gr. 29,5 di cloridrati, pari a 3,10 per mille di piante verdi.

Acido fenosolfonico. — Questo corpo venne somministrato al tabacco allo stato del corrispondente sale potassico. Si prescelsero, per la prova, 5 piante alle quali venne inoculata la sostanza, come per le esperienze precedenti, nei giorni 4, 13, 25 agosto, 2, 11, 23 settembre e 2 ottobre 1913 nella quantità complessiva di gr. 99. Ci fu dunque possibile introdurre una quantità abbastanza elevata di sostanza perchè le piante non soffrivano affatto per questo trattamento mentre le alte dosi di cresoli determinavano, negli individui sperimentati, qualche segno di sofferenza.

Le piante vennero prelevate il 7 ottobre e pesavano in totale, al momento della raccolta, Kg. 8. Da esse si ottennero gr. 17,5 di cloridrati, corrispondenti a 2,19 per mille di piante verdi.

Testimoni non lesionati. — Si prescelsero, per questa prova di controllo, 5 piante in condizioni di età, di sviluppo e di ambiente simili a quelle che ricevettero i singoli trattamenti. Vennero anch'esse raccolte il 7 ottobre e pesavano Kg. 9,4. La quantità di cloridrati da esse fornita fu di gr. 17, equivalenti a 1,81 per mille di piante fresche.

Testimoni lesionati. — Questa seconda esperienza di controllo aveva lo scopo, come già si disse, di poter osservare l'azione delle sostanze introdotte nelle piante, indipendentemente dalle variazioni causate dalla lesione nel fusto. Si impiegarono, a tal fine, 5 individui nei quali venne determinato, nel giorno 4 agosto, una lesione nel fusto simile a quella che, nelle piante inoculate, serviva per l'introduzione della sostanza da sperimentare.

Anche queste piante vennero prelevate il 7 ottobre; il loro peso complessivo, al momento della raccolta, era di Kg. 9,4 e fornirono gr. 21 di cloridrati, corrispondenti al 2,23 per mille di piante verdi.

Pirocatechina. — Le inoculazioni con questa sostanza si eseguirono nei giorni 29 agosto, 11 settembre, 23 settembre e 1 ottobre in 5 piante e nella quantità complessiva di gr. 12,5. Non se ne poterono somministrare quantità maggiori perchè questo fenolo è mal tollerato dal tabacco. Le piante furono prelevate il 7 ottobre; pesavano Kg. 5,3 e fornirono gr. 13,5 di cloridrati corrispondenti a 2,55 per mille di piante fresche.

Idrochinone. — L'idrochinone venne inoculato contemporaneamente alla pirocatechina in 5 piante nei giorni 29 agosto, 11 e 23 settembre e 1 ottobre nella quantità totale di gr. 27,5. I soggetti, prelevati il 7 ottobre, avevano un peso complessivo di Kg. 6,3. Si ottennero da essi gr. 20 di cloridrati, corrispondenti a 3,18 per mille parti delle piante impiegate.

Testimoni non lesionati. — Poichè le esperienze con pirocatechina e idrochinone erano state fatte in epoche diverse da quelle prima descritte coi cresoli e coll'acido fenolsolfonico, abbiamo prescelto, per i due biossibenzoli, delle piante testimoni a parte, che fossero in condizioni di vita analoghe a quelle delle piante sperimentate. Gli individui prescelti a tal fine vennero anch'essi prelevati il 7 ottobre e pesavano Kg. 8. Fornirono gr. 6,5 di cloridrati, corrispondenti a 0, 81 per mille di piante.

Testimoni lesionati. — Nelle 5 piante destinate a questo ufficio, abbiamo determinato, nel giorno 29 agosto, la lesione nel fusto. I soggetti, prelevati il 7 ottobre, pesavano in totale Kg. 6,1. La quantità di cloridrati ottenuta fu di gr. 17; vale a dire che le piante ne fornirono il 2,78 per mille.

RIASSUNTO

Riuniamo, nel seguente prospetto i risultati delle esperienze che abbiamo finora esposte:

Trattamento	Numero delle piante	Peso della sostanza inoculata	Peso delle piante	Peso dei cloridrati	Cloridrati per mille
Orto cresolo	4	gr. 54,0	Kg. 6,0	gr. 16,0	2,67
Meta cresolo	5	» 61,0	» 9,5	» 18,5	1,95
Para cresolo	5	» 64,0	» 9,5	» 29,5	3,10
Acido fenolsolfonico	5	» 99,0	» 8,0	» 17,5	2,19
Testimoni non lesionati . . .	5	—	» 9,4	» 17,0	1.81
Testimoni lesionati.	5	—	» 9,4	» 21,0	2,23
Pirocatechina	5	» 12,5	» 5,3	» 13,5	2,55
Idrochinone	5	» 27,5	» 6,3	» 20,0	3,18
Testimoni non lesionati . . .	5	—	» 8,0	» 6,5	0,81
Testimoni lesionati.	5	—	» 6,1	» 17,0	2,78

Nell' esecuzione di esperienze successive a quelle testè descritte, abbiamo potuto accertare che col metodo da noi seguito per raccogliere la nicotina, cioè mediante la distillazione in corrente di vapore, non tutto l' alcaloide passa nel distillato, poichè quando questo si dimostra neutro alle carte di tornasole, una certa quantità di nicotina può ancora ottenersi dal residuo della distillazione, soprasaturandolo con potassa ed estraendo con etere il liquido alcalino. Sebbene, avendo operato sempre in analoghe condizioni, si debba presumere che le esperienze da noi eseguite siano, ciò malgrado, comparabili, tuttavia ci asteniamo da qualsiasi considerazione sui risultati ottenuti, fino a che essi non siano rigorosamente controllati da ulteriori esperienze.

II.

Contegno della nicotina nel tabacco.

Sono note le vecchie esperienze di O. Réveil, citate dal Dehérain (1) secondo le quali, le piante alcaloidiche vengono avvelenate, facendo loro assorbire, per la via delle radici, i sali degli alcaloidi che esse contengono.

Per vedere se questa osservazione potesse essere confermata, abbiamo somministrato alle piante di tabacco, col solito sistema delle inoculazioni, la nicotina sotto forma di tartarato acido.

Furono a tal fine prescelte 25 piante alle quali venne inoculato il sale dell'alcaloide nei giorni 15 agosto, 26 agosto, 2, 12 e 23 settembre 1914. La quantità complessiva di sostanza introdotta fu di gr. 250 corrispondenti a circa gr. 85 di nicotina.

Per controllo dell' esperienza, abbiamo determinato in altre 25 piante una lesione nel fusto simile a quella che, nei soggetti inoculati, serviva per l' introduzione della sostanza.

Tutte le piante trattate colla nicotina si mantennero in ottimo stato. L'esperienza provò dunque che il tartarato di nicotina non si dimostra affatto tossico per il tabacco.

Le dette piante furono tolte dal terreno il giorno 5 ottobre. Il loro peso complessivo, al momento della raccolta, era di Kg. 54,1 e quello delle 25 piante testimoni di Kg. 56,5.

Per vedere se la nicotina introdotta si fosse accumulata nelle piante o fosse stata distrutta analogamente a quanto osservammo per altre sostanze, abbiamo estratto gli alcaloidi tanto delle piante inoculate come di quelle di controllo. A tal fine le piante furono spedite alla Casa Erba, nel cui stabilimento di Dergano vennero preparati rispettivamente gli estratti acquosi che, dopo concentrazione nel vuoto a piccolo volume, furono inviati a noi per l' elaborazione ulteriore.

I due estratti (delle piante inoculate e dei testimoni) vennero portati entrambi, con acqua, al volume di 8 litri. Per dosare gli alcaloidi, venne prelevata, da ciascuno di

(1) Traité de chimie agricole, 1902, pag. 260.

essi, una parte aliquota (1 litro). Il liquido prelevato si trattò con un forte eccesso di potassa (300 gr. sciolti in 200 c. c. di acqua) e si estrasse ripetutamente con etere fino ad esaurimento delle basi organiche. In queste condizioni si ha l'estrazione completa dopo 5 o 6 trattamenti con etere. I liquidi eterei vennero concentrati a circa metà del volume; il liquido concentrato fu dibattuto con acido cloridrico diluito per trasformare gli alcaloidi in cloridrati; la soluzione acida venne evaporata a secco nel vuoto ed il residuo seccato a 100° in stufa di Gay-Lussac. La stessa operazione si eseguì sull'etere distillato allo scopo di trasformare in cloridrati anche le basi più volatili eventualmente passate coll'etere.

Con questo procedimento si ottennero, dalle piante inoculate ($^1/_8$ dell'estratto totale) gr. 58,35 di cloridrati e cioè gr. 58 provenienti dalla soluzione eterea concentrata e gr. 0,35 dall'etere distillato. Le piante testimoni fornirono gr. 54,22 di cloridrati dei quali gr. 54 ottenuti dalla soluzione eterea concentrata e gr. 0,22 dal distillato. La quantità totale di cloridrati ottenuti perciò rispettivamente dalle 25 piante è di gr. 466,8 per le inoculate e di gr. 433,76 per i testimoni.

I cloridrati precedentemente ottenuti vennero disciolti in poca acqua; la soluzione fu resa fortemente alcalina con potassa ed il liquido estratto ripetutamente con etere. Dopo evaporazione dell'etere a bagnomaria, il residuo venne distillato frazionatamente e si raccolsero due porzioni bollenti, la prima fino a 110° contenente dell'etere; la seconda a 240-255° costituita da nicotina. La quantità di nicotina ottenuta fu di gr. 36 per le piante inoculate e gr. 35,5 per i testimoni.

La parte più volatile fu trasformata in cloridrato che venne aggiunto ai cloridrati precedentemente ottenuti dall'etere distillato. Complessivamente (sempre per l'ottava parte dell'estratto totale) questi cloridrati pesavano gr. 0,42 per le piante inoculate e gr. 0,26 per i testimoni. Essi vennero disciolti in acqua e trattati con cloruro d'oro. Si ottenne un precipitato cristallino che ricristallizzato dall'acido cloridrico diluito si presentava in forma di aghi ramificati fondenti, con decomposizione, intorno ai 200°. Esso era quindi costituito dal cloroaurato di nicotina trascinato dall'etere nella distillazione.

Dalle acque madri contenenti il cloruro d'oro si ottennero, per concentrazione, delle grandi tavole che nel vuoto sfiorivano e fondevano a 150°. Erano dunque formate dal cloroaurato di isoamilamina la cui presenza fu già da noi riscontrata nelle piante di tabacco.

RIASSUNTO

Nel seguente specchietto riassumiamo le esperienze descritte in questa seconda parte della Memoria:

	Numero delle piante	Peso della sostanza inoculata	Nicotina corrispondente	Peso delle piante	Peso dei cloridrati ottenuti	Nicotina corrispondente	Nicotina trovata per mille
Piante inoculate.	25	gr. 250	gr. 87	Kg. 54,1	gr. 466,80	gr. 322	5,95
Piante testimoni.	25	—	—	» 56,5	» 433,76	» 299	5,29

Risulta dunque che le piante inoculate contenevano il 0,66 per mille di nicotina in più delle piante testimoni. Tale quantità corrisponde, per i 54,1 Kg. di piante, ad una quantità assoluta in più di gr. 35,7 in confronto degli 87 inoculati.

Se non sono quindi intervenute altre cause a determinare questo aumento, si può concludere che la nicotina è stata dalle piante in parte distrutta, ma in misura minore di quanto abbiamo osservato con altre sostanze.

III.

Sulla formazione dell'isoamilamina nel tabacco.

Per avere qualche indizio sull'origine della nicotina, ci parve interessante ricercare se l'isoamilamina, che noi abbiamo sempre ritrovata nelle piante di tabacco, preesistesse nei semi o si formasse durante lo sviluppo delle piante. A tal fine abbiamo eseguito una ricerca sui semi in quiete e germinanti e sulle piante a diversi stadi di sviluppo.

Esperienze sui semi. — Abbiamo triturato con una macina 1 Kg. di semi di tabacco. L'operazione riesce peraltro difficilmente perchè la sostanza grassa contenuta nei semi determina, ad un certo punto, l'impastamento della massa, che impedisce l'ulteriore polverizzazione. Per ovviare a questo inconveniente, abbiamo visto che è sufficiente estrarre la poltiglia con etere e seccare il residuo nel vuoto. In tal modo si ottiene una massa polverizzabile.

I semi così trattati vennero estratti a freddo con due litri di acido cloridrico al 2 per cento; poi per due volte con acqua. Gli estratti riuniti vennero evaporati a secco nel vuoto ed il residuo, disciolto in poca acqua, venne reso fortemente alcalino con potassa (300 gr. di potassa in 200 c. c. di acqua). Il liquido ottenuto fu estratto ripetutamente con etere; l'etere evaporato a circa metà del volume ed il liquido concentrato, dibattuto con acido cloridrico diluito. La soluzione cloridrica, evaporata nel vuoto, lasciò un residuo secco di gr. 0,162.

L'etere distillato venne esso pure dibattuto con acido cloridrico diluito, evaporato il quale, si ottenne un piccolissimo residuo (gr. 0,042).

I due residui riuniti furono trattati con cloruro d'oro. Si ottenne un precipitato giallo, che cristallizzato dall'acido cloridrico diluito, si presentò in forma di aghi ramificati, fondenti, con decomposizione, intorno a 200°.

L'analisi di questo sale diede i numeri richiesti dal cloroaurato di nicotina.

gr. 0,1006 di sostanza diedero gr. 0,0472 di *Au*.

In 100 parti:

calcolato per $C_{10}H_{14}N_2(HAuCl_4)_2$		trovato
Au	46,84	46,92

Le acque madri separate dal cloroaurato di nicotina non dettero, per concentrazione, i caratteristici cristalli di isoamilamina. Ciò prova che questa base non si trova presente nei semi in vita latente.

Dopo l'esperienza sui semi in quiete, la ricerca venne eseguita sui semi germinanti. A tal fine si pose a germinare alla luce, in istrato sottile, su carta da filtro bagnata con acqua distillata, 1 Kg. di semi. A germinazione avanzata le piantine vennero prelevate e si preparò con esse, dopo averle passate attraverso ad un trituratore, un estratto cloridrico. La soluzione cloridrica venne evaporata nel vuoto e le basi furono poi estratte e di nuovo salificate nel modo precedentemente indicato per i semi.

Si ottennero complessivamente gr. 0,848 di cloridrati (gr. 0,727 nel liquido etereo concentrato e gr. 0,121 nell'etere distillato).

I cloridrati, disciolti in acqua e riuniti diedero, con cloruro d'oro, un cloroaurato che per la forma cristallina ed il punto di fusione (intorno a 200°) fu identificato per cloroaurato di nicotina; dalle acque madri si ottenne, per concentrazione, una piccolissima quantità di cristalli tabulari che sfiorivano nel vuoto e fondevano, deacquificati, a 130°. Data la poca quantità, non fu possibile l'ulteriore purificazione; ma è probabile che la sostanza in questione fosse il cloroaurato di isoamilamina il cui punto di fusione è 150-151°.

Da questa prova risulta dunque che durante la germinazione, avvenuta in assenza di composti azotati, la quantità di nicotina dei semi è aumentata, a spese quindi delle riserve. Dalle riserve azotate dei semi prende anche origine l'isoamilamina, che non fu trovata nei semi in quiete, mentre venne rintracciata la nicotina.

Esperienze sulle piante in via di sviluppo. — Queste esperienze furono eseguite, come si disse, sopra piante a differenti stadi di sviluppo.

Abbiamo cominciato collo sperimentare sulle piantine giovanissime appena prelevate dai semenzai. Si operò sopra 2 Kg. di materiale ossia sopra 750 piantine. Queste vennero triturate ed estratte con acido cloridrico diluito. Operando nel modo descritto per i semi si ottennero complessivamente gr. 1,254 di cloridrati (gr. 1,044 dalla soluzione eterea concentrata e gr. 0,210 dall'etere distillato). Per trattamento della soluzione dei cloridrati con cloruro d'oro, precipitò un cloroaurato giallo che fu riconosciuto per cloroaurato di nicotina. Dalle acque madri non si separarono, per concentrazione, quantità apprezzabili di cristalli.

Alla prova sulle piantine dei semenzai abbiamo fatto seguire una analoga ricerca sopra giovani piante di tabacco maggiormente sviluppate, prelevate nel mese di giugno, da una nostra coltivazione nell'orto agrario dell'Università. La quantità di piante impiegate fu ancora di 2 Kg. costituiti da 20 piantine. Da esse si ottennero complessivamente gr. 2,90 di cloridrati (rispettivamente gr. 2,857 nella parte meno volatile e gr. 0,043 nell'etere distillato). La quasi totalità di questi cloridrati era costituita dal sale di nicotina, riconosciuto per mezzo della trasformazione in cloroaurato. Dalle acque madri da cui si separò il cloroaurato di nicotina, si ebbe una piccolissima quantità di cristalli prismatici fondenti, con decomposizione, a 218-220°. In causa della quantità esigua non poterono essere identificati.

Un'ultima esperienza venne eseguita sopra piante maggiormente sviluppate delle precedenti. Poichè il fusto delle piante di queste prove era già lignificato, si prelevarono soltanto le foglie, nella quantità di 2 Kg. (foglie di 5 piante). Da esse si ottennero gr. 3,33 di cloridrati (gr. 3,29 nella parte meno volatile e gr. 0,040 nella parte più volatile). La soluzione acquosa diede, per trattamento con cloruro d'oro, il cloroaurato di nicotina e dalle acque madri in cui era avvenuta la precipitazione si ottenne, per concentrazione, una certa quantità di cristalli tabulari che nel vuoto sfiorivano e fondevano, deacquificati, a 140°. Ricristallizzati dall'acido cloridrico diluito, il punto di fusione si innalzò a 147°. Per la piccola quantità non fu possibile una ulteriore purificazione, ma ci risultò che, con ogni probabilità i cristalli, sia per la forma, sia per il punto di fusione, erano costituiti da cloroaurato di isoamilamina, che fonde a 150-151°.

RIASSUNTO

Nel seguente specchietto riassumiamo i dati relativi ai risultati ottenuti in questa terza parte della Memoria :

	Peso del materiale impiegato	Numero delle piante	Peso dei cloridrati	Nicotina	Isoamilamina
Semi in quiete	1 Kg.	—	gr. 0,204	presente	Non osservata
Semi germinanti	da 1 Kg. di semi	—	» 0,848	»	Presenza probabile
Piantine dei semenzai	2 Kg.	750	» 1,254	»	Non osservata
Piante dal terreno (primo prelievo) .	2 Kg.	20	» 2,900	»	Non osservata
Piante dal terreno (secondo prelievo).	2 Kg.	5	» 3,320	»	Presenza probabile

È risultato dunque che l'isoamilamina o non è presente nei semi in quiete o si trova in quantità tanto piccola che non potè essere osservata. Nei semi germinanti in ambiente privo di composti azotati, tale base fu constatata non con assoluta certezza, ma con molta probabilità, mentre la quantità di nicotina appariva aumentata.

Analogamente avviene nelle piante in via di sviluppo. Nelle piante più giovani, l'isoamilamina non fu ritrovata; in quelle più sviluppate, mentre aumenta la nicotina si può osservare la presenza di isoamilamina.

Da queste esperienze non è però possibile dedurre in modo certo se fra nicotina e isoamilamina vi sia una relazione genetica o se le due basi si formino indipendentemente una dall'altra.

IV.

Ricerca delle basi pirroliche nel tabacco.

Abbiamo avuto, altra volta, occasione di osservare che, nelle nostre ricerche sul tabacco e su altre piante (1), non potemmo mai rintracciare le basi pirroliche (pirrolidina ed *N*-metilpirrolina) trovate, nelle stesse piante, da Pictet e Court (2). Poichè avevamo a nostra disposizione una certa quantità di cloridrati degli alcaloidi estratti dal tabacco nelle lavorazioni degli anni precedenti, abbiamo voluto ripetere su di essi, la ricerca delle basi pirroliche, nella presunzione che, data la notevole quantità di materiale, si potessero questa volta rintracciare.

Abbiamo, a tal fine, operato sopra 730 gr. di cloridrati. Questi vennero sciolti nella minor quantità possibile di acqua e resi alcalini con un forte eccesso di potassa (gr. 1800 di potassa in 1200 c. c. di acqua). Il liquido, alla cui superficie si era separato uno strato oleoso di alcaloidi, venne estratto ripetutamente con etere; l'etere venne distillato a bagnomaria e le basi residue furono frazionate a pressione ordinaria. Si ottenne una prima frazione fra 65 e 110° contenente un poco di etere ed una seconda porzione bollente intorno ai 245°, nella quantità di gr. 390, costituita da nicotina.

La prima frazione venne distillata ancora per due volte allo scopo di lasciare indietro il poco di nicotina che era passata colla parte più volatile; il distillato fu quindi soprasaturato con acido cloridrico, la soluzione ottenuta evaporata a secco e il residuo seccato a 100° in stufa di Gay-Lussac. Il suo peso era di gr. 5,4.

I cloridrati, disciolti in poca acqua, vennero trattati con cloruro d'oro. Si ottenne un precipitato abbondante che cristallizzato dall'acido cloridrico, si presentò in forma di grandi lamine commiste con una piccola quantità di cristallini minuti, colorati in giallo pallido. Mediante opportuni trattamenti con acqua tiepida, si separarono le lamine che erano molto solubili, dai piccoli cristalli pressochè insolubili. Questi ultimi erano in quantità così esigua che non si potè tentare in alcun modo di identificarli. La loro formazione ci apparve però causata da impurezze accidentali.

Le lamine, cristallizzate dall'acqua, sfiorivano nel vuoto e fondevano, deacquificate, a 151°. L'analisi dimostrò trattarsi del cloroaurato di isoamilamina.

gr. 0,1032 di sostanza diedero gr. 0,0475 di *Au*.

In 100 parti:

calcolato per $C_5H_{13}N \cdot HAuCl_4$	trovato
46,18	46,03

(1) Queste Memorie, serie VI, tomo X, pag. 147 (1912-13).

(2) Archives des sciences physiques et naturelles, XIX, 329 (1905).

Poichè una parte delle basi più volatili poteva essere stata trascinata dall'etere distillato dopo l'estrazione delle basi, abbiamo dibattuto questo etere con acido cloridrico e la soluzione cloridrica venne evaporata a secco nel vuoto. Il residuo, seccato fino a peso costante, in stufa di Gay-Lussac, pesava gr. 7,5. I cloridrati vennero trattati con cloruro d'oro ed il precipitato ottenuto, cristallizzato dall'acido cloridrico diluito, fornì un miscuglio costituito da cristalli di tre differenti forme e cioè da grandi lamine, da aghi ramificati e da cristalli a spina di pesce.

Mediante opportuni trattamenti si poterono separare meccanicamente le lamine che, cristallizzate dall'acido cloridrico diluito sfiorivano nel vuoto e fondevano a 150°. Erano dunque costituite dal cloraurato di isoamilamina.

I cristalli delle altre due forme furono separati per trattamento con acqua tiepida la quale scioglieva le spine di pesce, lasciando pressochè inalterati gli aghi. Questi ultimi, cristallizzati dall'acido cloridrico diluito, fondevano intorno ai 200°; la forma cristallina era identica a quella del cloroaurato di nicotina e l'analisi ne confermò la composizione.

gr. 0,1029 di sostanza diedero gr. 0,0484 di *Au*.

In 100 parti:

calcolato per $C_{10}H_{14}N_2(HAuCl_4)_2$	trovato
46,84	46,91

I cristalli a spine di pesce si ottennero per concentrazione delle acque madri del precedente trattamento. Cristallizzati dall'acido cloridrico diluito fondevano a 225° e stropicciati energicamente svolgevano l'odore caratteristico della trimetilamina. L'analisi però non diede il risultato richiesto dal suo cloroaurato.

gr. 0,1007 di sostanza diedero gr. 0,0487 di *Au*.

In 100 parti:

calcolato per $C_3H_9N \cdot HAuCl_4$	trovato
49,42	48,33

Il cloroaurato di trimetilamina fonde, secondo Zay (1) a 220°. Noi abbiamo invece trovato altra volta (2) che il punto di fusione di questo sale è più alto, cioè intorno ai 250°.

Forse il cloroaurato da noi ottenuto era quello di trimetilamina, ma per la sua piccola quantità non si potè ulteriormente purificarlo, nè stabilirne con certezza l'identità.

Dalle esperienze ora descritte risulta dunque che, pure operando sopra una notevole quantità di alcaloidi estratti dal tabacco, non ci fu possibile osservare la presenza delle basi pirroliche trovate da Pictet.

---

(1) Gazzetta chimica, XIII, 420 (1883).

(2) Queste Memorie, serie VI, tomo X, pag. 151 (1912-13).

V.

Contegno dell'acido gallico nel mais.

Fino dall'inizio delle nostre esperienze sul contegno delle sostanze organiche nelle piante, avevamo potuto stabilire che introducendo nei vegetali certi composti aromatici, questi si univano al glucosio per dare i corrispondenti glucosidi.

In prosecuzione di tali esperienze e dopo le recenti importanti ricerche di E. Fischer (1) sul tannino, abbiamo voluto provare se, inoculando nel mais l'acido gallico, potessero prodursi, nei soggetti, sostanze simili al tannino.

Vennero a tal fine prescelte 28 piante di mais coltivate nell'orto agrario dell'Università. Le inoculazioni furono dapprima eseguite coll'acido gallico libero. Poichè peraltro tale sostanza, per la sua piccola solubilità, veniva difficilmente assorbita, l'abbiamo somministrata in seguito, allo stato del sale potassico ottenuto trattando, in soluzione alcoolica, due molecole di acido gallico con una molecola di potassa.

Le inoculazioni vennero eseguite nei giorni 22 giugno, 2, 10 e 16 luglio colla quantità complessiva di gr. 83 di acido gallico libero e gr. 68 di gallato potassico. Le piante, prelevate il 28 luglio, pesavano Kg. 18 ed avevano sopportato le inoculazioni senza punto soffrire.

Altre 28 piante, prelevate nello stesso giorno, ma che non subirono alcun trattamento, avevano l'ufficio di testimoni.

Tutto il materiale fu inviato allo stabilimento Erba, dove venne fatto un estratto acquoso tanto delle piante inoculate, come di quelle di controllo. I due estratti, concentrati a piccolo volume, furono poi presi in lavorazione da noi.

Una parte aliquota (un ottavo) del liquido acquoso, venne ripetutamente estratto con etere. Evaporato l'etere, si ottenne un piccolo residuo ceroso che fu trattato con acqua calda. Sul liquido raffreddato e filtrato si eseguì la reazione col sale ferroso-ferrico per vedere se fosse presente acido gallico inalterato. Si ebbe una colorazione verde sporco non molto intensa. Analoga reazione, sebbene più debole, diede l'estratto dei testimoni.

L'acido gallico, dunque, non si trovava o era presente in traccie minime, nell'estratto del mais inoculato.

Per vedere se la sostanza introdotta nelle piante si fosse trasformata in un glucoside, abbiamo aggiunto un poco di emulsina, al liquido acquoso residuo dell'estrazione eterea. Dopo 24 ore di riposo si estrasse ancora con etere. La reazione del sale ferroso-ferrico eseguita sull'estratto etereo dopo evaporazione del solvente, dimostrò però che l'enzima non aveva liberato alcuna traccia di acido gallico.

Abbiamo infine ricercato se, dall'acido gallico inoculato nelle piante, avesse preso origine qualche composto della natura dei tannini.

(1) Berichte, XLV, 915 (1912); XLV, 2709 (1912); XLVI, 1116 (1913).

A tale scopo abbiamo voluto sperimentare il metodo di Jean (1) per dosare il tannino accanto all'acido gallico, basato sulla titolazione con iodio, prima e dopo aver aggiunto al liquido da saggiare, dell'albumina per separare il tannino.

Risultò però che l'albumina non diede coi nostri estratti alcun precipitato e che la quantità di iodio richiesta dalle piante inoculate e da quelle di controllo era pressochè uguale e precisamente nel rapporto di 100 (per i testimoni) a 107 (per le inoculate).

Queste esperienze provano dunque che l'acido gallico era pressochè scomparso dalle piante inoculate e che questo corpo, non diede origine a composti di natura glucosidica, nè a sostanze simili al tannino.

VI.

Contegno del mais e del sorgo coll'acetone.

Le esperienze di inoculazione delle piante coll'acetone avevano anch'esse lo scopo, come quelle testè descritte per l'acido gallico, di vedere se da questo chetone prendessero origine, nella pianta, dei glucosidi simili a quelli che si trovano in natura.

Le prime esperienze vennero eseguite sopra tre piante di mais alle quali fu inoculato l'acetone, allo stato del suo composto bisolfitico, nella quantità di gr. 1,5 per pianta. I soggetti non sopportarono il trattamento, così che morirono tutti in breve tempo.

Noi supponemmo che l'azione tossica, più che dall'acetone, fosse determinata dall'acido solforoso; perciò, seguendo le indicazioni di Bokorny (2) abbiamo mescolato il composto bisolfitico dell'acetone con circa ugual peso di fosfato bipotassico. Con questo miscuglio si inocularono 5 piante di mais, il giorno 25 giugno, introducendo in ciascuna pianta gr. 2 di sostanza, corrispondenti ha un grammo di composto bisolfitico dell'acetone. Le piante non soffrirono affatto per questo trattamento, tanto che il 3 luglio si potè fare una seconda inoculazione, colla stessa quantità di sostanza. I cinque individui ricevettero dunque, complessivamente, 10 gr. di composto bisolfitico.

Come controllo dell'esperienza abbiamo prescelto altre 5 piante di mais, nelle quali venne determinata la lesione nel fusto il giorno 25 giugno, ma senza introdurvi alcuna sostanza.

Le piante vennero prelevate il 6 luglio. Tanto quelle inoculate, come le testimoni pesavano, complessivamente, Kg. 3. Si presero in lavorazione soltanto le foglie, che vennero tagliate nell'acqua bollente allo scopo di evitare una eventuale scomposizione dei glucosidi per azione enzimatica. Le foglie vennero quindi passate per un trituratore ed estratte coll'acqua che era prima servita per distruggere gli enzimi. L'estratto acquoso venne quindi concentrato nel vuoto a piccolo volume.

---

(1) Chemisches Centralblatt, 1900, 1107.

(2) Biedermanns Centralblatt für Agrikulturchemie, 1893, 68.

Per vedere se nelle foglie delle piante inoculate si trovasse del composto bisolfitico dell'acetone, inalterato, abbiamo trattato il liquido concentrato con carbonato sodico e distillato in corrente di vapore. Il liquido distillato dava debolmente le reazioni dell'acetone (formazione del iodoformio, colorazione col nitroprussiato sodico) le quali erano date poi costantemente e con uguale intensità anche proseguendo la distillazione per intere giornate.

Poichè anche le piante testimoni avevano un simile contegno, pensammo che le piccole quantità di acetone che distillavano, provenissero, anzichè dal composto bisolfitico, da qualche altro principio normalmente contenuto nei vegetali e precisamente dalle sostanze zuccherine. Una tale supposizione si dimostrò esatta poichè distillando in corrente di vapore una soluzione diluita di glucosio resa alcalina con carbonato sodico, si ottennero, nel liquido distillato, delle quantità ben apprezzabili di acetone.

Per ricercare se l'acetone si fosse combinato per dare origine a composti glucosidici, abbiamo trattato il residuo della distillazione, dopo acidificazione con acido tartarico, con un poco di emulsina ed abbiamo distillato di nuovo in corrente di vapore. Il liquido distillato non diede però la reazione dell'acetone.

Questa operazione venne eseguita un'altra volta sul mais, tralasciando però il trattamento dell'estratto con carbonato sodico e così pure sul sorgo. Furono, a tal fine, eseguite in 5 piante di mais e di sorgo nei giorni 11 e 16 luglio, le inoculazioni col miscuglio di acetone bisolfito e fosfato potassico, nella quantità di 2 gr. per volta e per pianta. Si eseguirono, come precedentemente gli estratti con acqua all'ebollizione e nei liquidi concentrati nel vuoto venne aggiunto un poco di emulsina. Per distillazione in corrente di vapore non si ottennero nè dall'estratto del mais, nè da quello del sorgo, quantità apprezzabili di acetone.

Da queste esperienze è dunque risultato che l'acetone, inoculato nelle piante, non dà origine a composti glucosidici scindibili dall'emulsina, ma viene dalle piante eliminato, verosimilmente per un processo di ossidazione.

Esprimiamo infine i nostri vivi ringraziamenti al dott. Gaetano Bosinelli, per l'efficacissima sua cooperazione in queste esperienze.

LA REGOLA DELLA SIMMETRIA IN GEOMETRIA PRATICA

NOTA
DEL
Prof. FRANCESCO CAVANI

(letta nella Sessione del 17 Maggio 1914).

Nell'uso degli istrumenti e nella applicazione dei diversi metodi di rilevamento planimetrico ed altimetrico del terreno, come pure in altre diverse e svariate operazioni di Geometria pratica, vi sono regole speciali che si debbono seguire, allo scopo di ottenere nei risultati che si cercano il grado maggiore possibile di approssimazione al vero.

Molte di queste regole, per non dire quasi tutte, si possono unificare facendole dipendere da quella della simmetria, ossia estendendo il principio ed il metodo delle osservazioni coniugate a tutte od a quasi tutte le operazioni di Geometria pratica.

Si debbono, in tesi generale, determinare le posizioni di punti, di rette e di piani e si può stabilire di ricorrere ad altri punti, rette e piani, che simmetrici fra loro rispetto ai primi, servano convenientemente alla determinazione di questi.

Colla regola della simmetria applicata in diversi modi, a seconda dei casi, si potrà determinare l'esistenza e l'entità di certi errori regolari; si potrà eliminarli per semisomme se di segno contrario, per differenze se dello stesso segno.

Procedendo in tale maniera è facile spiegare e dare ragione delle regole da seguire nei singoli lavori; è facile stabilire quale sia il modo migliore con cui procedere nei lavori stessi.

A dimostrare l'applicabilità di questo semplice principio ed i vantaggi che ne derivano, basterà considerare sommariamente alcune fra le principali e più svariate regole ed operazioni della Geometria pratica e vedere come la regola della simmetria sia ad esse applicabile.

Lasciando a parte certe regole generali, come ad esempio quella della media aritmetica, sia semplice che ponderale, d'uso continuo in Geometria pratica, e che proviene essa stessa da una regola di simmetria, si può incominciare dal considerare alcune operazioni semplici elementari, come la stima delle frazioni delle scale graduate, l'orizzontamento di rette e di piani e la misurazione delle distanze.

Nell'uso degli apparecchi che servono a stimare le frazioni delle divisioni delle scale graduate, sia rettilinee che circolari, e più specialmente nell'uso dei nonii e dei microscopi a più fili fissi, o microscopi a stima, si applicano norme, per ottenere letture più approssimate al vero, che dipendono dalla regola della simmetria.

Così coi nonii per stabilire quali siano le due divisioni della scala graduata e del nonio che coincidono, si debbono osservare le divisioni laterali a quella del nonio per verificare se a destra e sinistra di essa tali divisioni sono spostate di eguali quantità dalle corrispondenti della scala graduata; e questa è una regola di simmetria che si deve applicare.

Nell'uso dei microscopi a stima si fanno le letture di più fili di numero impari per avere con maggiore approssimazione la lettura di quello di mezzo che interessa di determinare. Si applica una regola di simmetria dalla quale si deduce che i fili laterali a destra e sinistra debbono essere equidistanti da quello di mezzo.

Nell'uso delle livellette a bolla d'aria cilindriche l'orizzontalità della retta di appoggio si può ottenere muovendo questa sino a che la bolla si porti nella posizione di mezzo fra le due ottenute coll'invertire la livelletta su tale retta Così si procede per regola di simmetria e non importerebbe munire le livellette di viti di rettificazione; basterebbe, come alle volte si usa, incidere una scala continua di divisioni graduate sul tubo scoperto della livelletta stessa.

Considerazioni consimili si possono fare per le livellette sferiche.

Nella misurazione delle distanze colla stadia si prescrive di fare la lettura così detta mediana per servire di riprova alle altre letture dei fili, ai quali corrisponde un dato rapporto diastimometrico.

Qui pure si applica la regola della simmetria e da tale applicazione si deduce subito che la riprova è giusta solo quando la linea di collimazione del cannocchiale sia perpendicolare alla stadia e i fili del micrometro misuratori delle distanze siano equidistanti da quello della mediana.

In alcune pubblicazioni non si è tenuto conto di queste due condizioni e specialmente della prima cadendo in un errore, poichè a stadia verticale, come si usa tenerla comunemente, se la linea di collimazione è inclinata in alto la lettura mediana deve essere minore della semisomma delle altre due letture e deve essere maggiore invece se è inclinata in basso al disotto dell'orizzonte.

Lo stesso dicasi per quegli istrumenti coi quali la determinazione delle distanze colla stadia si fa con un numero maggiore di letture, verificando queste colla eguaglianza di differenze fra le letture stesse; differenze che debbono essere eguali fra loro solo quando la regola della simmetria sia esattamente verificata.

Passando a considerare le operazioni di rilevamento planimetrico si può facilmente vedere come la regola della simmetria abbia molteplici ed importanti applicazioni.

Se si procede nel rilevamento del terreno colla sola misurazione di lunghezze, si sa come si possano condurre allineamenti fra di loro paralleli, oppure perpendicolari, applicando regole di simmetria.

Se si procede in tale rilevamento con istrumenti ad angolo costante, come cogli squadri agrimensori si possono eliminare diversi errori strumentali colla regola della simmetria. Così si potrebbero eliminare gli errori di parallasse nei piani di mira di tali istrumenti quando fossero sensibili, facendo due collimazioni invertite fra loro di 180 gradi; si potrebbero eliminare gli errori di perpendicolarità nel tracciamento di allineamenti ad angolo retto fra loro, adoperando l'istrumento in due posizioni simmetriche sull'allineamento di base. Con tale regola si adoperavano gli antichi istrumenti detti falsi squadri.

Nell'uso degli istrumenti a riflessione e rifrazione, allineatori e squadri, conviene applicare la regola della simmetria allo scopo, se non altro, di verificare l'operazione fatta con una sola posizione dell'istrumento nei rilevamenti comuni di planimetria. Così conviene, tracciando un allineamento perpendicolare ad un altro, servirsi prima, ad esempio, della parte di destra di questo allineamento di base, poi della parte di sinistra dell'allineamento stesso.

Ne consegue che i diversi tipi di istrumenti di tale specie debbono adoperarsi nei rilevamenti applicando la regola della simmetria, e che le armature metalliche nelle quali in generale sono racchiusi, vanno sempre costruite in modo da poter applicare questa regola.

Per un principio di simmetria il Casorati dimostrò come il prisma Porro serviva da allineatore e lo stesso ora può dirsi del prisma Iadanza. Colla regola della simmetria si verifica la perpendicolarità di uno specchio al suo piano di appoggio.

Nell'uso degli istrumenti misuratori o rilevatori degli angoli, goniometri e goniografi, vi sono molteplici ed importanti applicazioni delle regole di simmetria.

Nella verificazione e rettificazione delle principali condizioni di esattezza a cui questi istrumenti debbono soddisfare e che riguardano i loro assi principali, di rotazione del circolo orizzontale, di rotazione del cannocchiale e di collimazione del cannocchiale stesso, oppure nella eliminazione o nella determinazione dei relativi errori strumentali, si ricorre a regole di simmetria.

Qui torna opportuno far presente come convenga nell'uso degli istrumenti di qualunque specie della Geometria pratica, distinguere razionalmente quelle operazioni che si debbono fare tutte le volte che si mette a sito un dato istrumento e che si suole chiamarle operazioni di collocamento in istazione sopra un punto, da quelle di verificazione e rettificazione che necessita in generale di ripetere solo di tanto in tanto. Così nell'uso degli istrumenti goniometrici sarà operazione di collocamento in istazione quella di rendere verticale l'asse del circolo orizzontale, che si deve fare tutte le volte che si inizia un lavoro, o che da una stazione si passa ad un'altra, saranno operazioni di verificazione e rettificazione le altre che conviene ripetere solo ad intervalli diversi di tempo a seconda dei casi.

Collocato un goniometro in istazione sopra un punto la perpendicolarità della linea di collimazione all'asse di rotazione del cannocchiale si verifica comunemente con due posizioni della linea di collimazione simmetriche rispetto ad una perpendicolare al detto asse di rotazione.

In riguardo a tale verificazione si debbono poi distinguere due casi, quello cioè in cui l'asse di rotazione del cannocchiale sia orizzontale, dall'altro in cui non si sappia se tale asse sia o no orizzontale, poichè altrimenti colla regola dell'inversione in posizioni simmetriche, si confonde questo secondo errore col primo.

Se l'asse di rotazione non è orizzontale, perchè la regola della simmetria ci manifesti il solo errore di collimazione bisogna che la linea di collimazione del cannocchiale sia diretta orizzontalmente; se l'asse di rotazione è orizzontale l'errore si manifesta per simmetria con qualunque direzione della linea di collimazione.

Il primo caso si verifica coi goniometri a livella fissa sul piatto dell'alidada od in altra parte dell'istrumento, il secondo coi goniometri a livella mobile sull'asse di rotazione del cannocchiale.

Nel primo caso rimane a verificare, ed all'uopo a rettificare, l'orizzontalità dell'asse di rotazione del cannocchiale e si può procedere colla regola delle due posizioni simmetriche come nella prima verifica, ma tenendo la linea di collimazione molto inclinata all'orizzonte. Nel secondo caso l'orizzontalità dell'asse di rotazione del cannocchiale si verifica per simmetria con la livelletta mobile sull'asse stesso e facendo precedere questa verifica all'altra riguardante l'errore di collimazione.

Per operare nei modi su indicati è evidente come necessiti far uso di goniometri a cannocchiale invertibile che sono sempre da preferirsi e che attualmente sono d'uso quasi esclusivo. È pure evidente come il semplice concetto della simmetria valga a spiegare i procedimenti sopra accennati e come da esso si deduca che l'asse del circolo orizzontale debba essere disposto verticalmente quando si eseguiscono le dette verificazioni, all'infuori di quella dell'ultimo caso nel quale l'asse stesso si può rendere verticale dopo aver reso orizzontale quello di rotazione del cannocchiale, non importando neppure di avere un goniometro a cannocchiale invertibile.

I procedimenti sopra esposti sono consimili a quelli della regola del Bessel o delle osservazioni coniugate, per la eliminazione degli errori strumentali nella misurazione degli angoli che, come si è già detto, sono fondati sulla regola della simmetria di cui conviene estendere l'applicazione.

Una tale regola ha pure applicazione nel determinare od eliminare l'errore d'eccentricità dell'alidada rispetto al lembo nelle misurazioni degli angoli colle letture dei doppii nonii; ed ha ancora applicazione nelle misurazioni degli angoli verticali e nella determinazione del cosidetto zenit strumentale.

Le considerazioni svolte servono anche per l'uso dei teodoliti, delle bussole topografiche e di tutti gli altri istrumenti che hanno un cannocchiale che gira attorno ad un asse orizzontale, come gli strumenti di celerimensura e le diottre delle tavolette pretoriane.

Nell'orientamento dei rilevamenti planimetrici, coi vari metodi che si possono usare in Geometria pratica, la regola della simmetria trova spesso applicazione.

Così se si usa il metodo delle altezze corrispondenti del sole, o quello dell'alzata e del tramonto del sole stesso, metodi semplici e proprii specialmente dell'uso della tavoletta pretoriana, è la regola della simmetria che serve al tracciamento della linea meridiana. Tale regola può in certi casi avere applicazione anche nell'uso di metodi di maggiore precisione.

Le operazioni di livellazione si possono dire quelle nelle quali la regola della simmetria ha la maggiore importanza e la più estesa applicazione.

Gli errori istrumentali ed in generale quelli pure inerenti alle operazioni di livellazione si eliminano per simmetria. Così si elimina la differenza fra l'orizzonte apparente e l'orizzonte vero, detta anche differenza fra livello vero e livello apparente; così si può ritenere di eliminare l'errore proveniente dalla rifrazione atmosferica.

Sono i procedimenti di livellazione dal mezzo o a distanze eguali, in ispecial modo, e della livellazione reciproca, quelli che servono ad eliminare i detti errori per regola di simmetria. Il concetto di questa regola fa subito vedere come sia necessario che l'asse della rotazione azimutale del cannocchiale del livello debba essere esattamente verticale, poichè

altrimenti manca la simmetria e quindi non si ha l'eguaglianza degli errori nelle due collimazioni che si fanno con tali procedimenti per determinare la differenza di livello fra due punti.

Altri errori strumentali si eliminano pure per simmetria coi detti procedimenti; e così si eliminano quelli dovuti alla differenza dei diametri dei collari nei livelli a cannocchiale mobile; quelli dovuti allo scentramento dell'obbiettivo e gli altri causati dallo spostamento della linea di collimazione per l'addattamento del cannocchiale alla distanza.

Coi detti procedimenti e colla detta regola si rettificano i livelli a cannocchiale fisso.

Anche in altri modi si può applicare coi livelli la regola della simmetria e così, ad esempio per eliminare l'errore proveniente dallo scentramento dell'obbiettivo si possono fare due battute una col cannocchiale in posizione normale e l'altra col cannocchiale stesso ruotato di 180 gradi attorno all'asse dei suoi collari.

Nella misurazione delle aree, quando si adoperano i planimetri polari comuni, conviene fare uso di quelli così detti a compensazione, i quali alla semplicità della costruzione e dell'uso uniscono il vantaggio di eliminare errori, dando una maggiore approssimazione nei loro risultati. La loro costruzione ed il loro uso permettono di applicare la regola della simmetria, poichè tenendo fermo il polo e fissato il punto di partenza sul contorno dell'area da misurare, si può procedere ad una doppia misurazione con due posizioni del planimetro invertite fra loro e simmetriche rispetto alla retta che unisce il polo al detto punto di partenza. Molti errori istrumentali si eliminano così per la regola di simmetria.

Da tutto l'esposto resta dimostrato come molte fra le regole da seguire per eliminare errori e per ottenere una maggiore approssimazione al vero, nell'uso degli istrumenti e dei metodi di rilevamento della Geometria pratica, si possono unificare facendole dipendere da una semplice regola di simmetria.

Non era e non poteva essere scopo di questa nota lo svolgere questo concetto. Conviene fare uno studio speciale per stabilire in ogni singolo caso le relazioni di simmetria fra punti, rette e piani, dalle quali dedurre i procedimenti da seguire cogli istrumenti e nei rilevamenti della Geometria pratica.

Il concetto della simmetria tenuto sempre presente servirà a semplificare lo studio di molte questioni; a dimostrare più chiaramente e più semplicemente diversi procedimenti; a decidere della preferenza da darsi ad uno strumento piuttostochè ad un altro.

Tale concetto servirà pure a dare regole per la costruzione di certi istrumenti affinchè servano con maggiore vantaggio nelle operazioni che con essi debbonsi eseguire; di regola generale gli istrumenti della Geometria pratica dovrebbero sempre essere costruiti in modo da poter applicare nel loro uso la regola della simmetria; i metodi di rilevamento dovrebbero in generale essere condotti in modo da non trascurare, almeno nelle loro parti principali, l'applicazione della regola stessa tutte le volte in cui essa possa servire.

Contributo allo studio delle funzioni dei cationi *Na, K* e *Ca* nel tessuto muscolare striato

MEMORIA

DEL

Prof. LODOVICO BECCARI

(Letta nella Sessione del 26 Aprile 1914).

(CON 34 FIGURE)

Un indirizzo essenzialmente fisiologico venne impresso alle già diffuse e pregevoli ricerche intorno all'azione dei costituenti minerali sull'organismo, quando il Ringer dimostrò per primo quale importante funzione spettasse al calcio nel mantenimento dell'eccitabilità automatica del cuore di rana. Da allora più precisamente, si può dire, data il problema della *funzione* di tali componenti costanti dei tessuti viventi e dei mezzi in cui questi vivono.

Lo stesso Ringer (1) estese lo studio delle funzioni dei costituenti minerali al tessuto muscolare. Tuttavia da prima i suoi risultati non furono così evidenti e spiccati come quelli ottenuti sul cuore; così, col metodo dell'immersione, sul muscolo sartorio della rana non potè riconoscere l'azione del calcio così caratteristica sulla eccitabilità del cuore, nè precisare bene quella del potassio (2). Ma poi, poco dopo, col Buxton, (3) riuscì a dimostrare nelle tartarughe che, iniettando una soluzione di *Na Cl* contenente il calcio e il potassio nei dovuti rapporti, pei vasi del parenchima muscolare, si poteva ristabilire la contrattilità dei muscoli scheletrici quando questa era scomparsa per l'azione della pura soluzione fisiologica.

Carslow (4) nell'Istituto di Lipsia aveva già fino dal 1887 studiata l'azione delle soluzioni di *Na Cl* di diversa concentrazione fatte circolare nei vasi stessi dei muscoli di rana; ed aveva notato che le soluzioni a 0,7, cioè pressochè isotoniche, non riescono del tutto indifferenti ma producono dopo un certo tempo contrazioni fibrillari e tremori, ed una spiccata diminuzione della eccitabilità.

---

(1) Cfr. *Journ. of Phys.* VII, p. 291, 1886; ibid. VIII, p. 15, 1887.

(2) *Journ. of Phys.* VIII, p. 20, 1887.

(3) Ringer e Buxton. *Journ. of Phys.* VIII, p. 288, 1887.

(4) Die Beziehungen zwischen d. Dichtigkeit und die reizenden Wirkungen der *Na Cl*- Lösungen. *Arch. f.* (*An. u.*) *Phys.* 1887, p. 429.

Blumenthal, (1) sotto la direzione di Grützner, fece uno studio sistematico di diversi agenti chimici sui muscoli della rana, con metodo molto più rigoroso, comparando gli effetti dell'immersione in soluzioni equimolecolari di due muscoli identici e studiando col miografo il modo di reagire agli stimoli elettrici (indotte di apertura). Fra queste sostanze considerò i diversi gruppi di sali alcalini e terrosi, ma tendendo più a rilevare i rapporti fra i termini dei singoli gruppi che ad indagare l'azione specifica dei cationi fisiologici. Una osservazione interessante di questo autore è che certe sostanze agiscono sui due processi dell'attività muscolare (accorciamento e allungamento) in modo diverso, modificando alcune quasi esclusivamente il primo, altre quasi esclusivamente il secondo.

Un altro allievo di Grützner, lo Zenneck (2) studiò il comportamento verso gli stimoli chimici dei muscoli in condizioni ordinarie e dei muscoli curarizzati; lo scopo di dissociare l'azione diretta sulla fibra muscolare striata da quella sugli elementi nervosi del muscolo era evidente. Tali ricerche però non furono dirette allo studio precipuo dei cationi fisiologici e quindi non portarono alcuna luce su questo campo.

Loeb, e la sua scuola, in seguito ad una ricca serie di lavori (3) intorno all'influenza dell'ambiente minerale sui fenomeni vitali ha sostenuto che le soluzioni pure di cloruro sodico (isotoniche) esercitano effetti *tossici*, asserendo che il *Na-ione*, quando non venga *antagonizzato*, agisce come un potente veleno. Non diversamente agiscono le soluzioni equimolecolari degli altri sali minerali (di *K*, di *Ca*) presi individualmente. Secondo Loeb questo fenomeno si spiegherebbe ammettendo che i diversi ioni possano formare con le sostanze proteiche dei tessuti delle combinazioni nocevoli; questo effetto verrebbe a mancare quando l'ambiente minerale sia tale che non possa aver luogo uno scambio di joni fra il protoplasma e la soluzione. La soluzione di Ringer è appunto quella che soddisfa a queste condizioni, e Loeb l'ha denominata con felice espressione « plysiologically balanced salt solution ». Senza accettare in alcun modo la ipotetica formazione di combinazioni fra proteine del protoplasma e joni, è fuori di dubbio che lo stato di equilibrio fra i vari joni della soluzione e quelli diffusibili del protoplasma è una condizione essenziale per mantenere l'integrità della composizione minerale di questo, e quindi per conservare intatte le funzioni, che da questi componenti dipendano. Secondo Loeb tale soluzione deve contenere certi joni ed in proporzioni tali da annullare completamente gli effetti tossici che ciascun componente eserciterebbe se fosse solo nella soluzione. Come si vede in tale concetto predomina l'idea di una funzione antagonistica, mentre forse l'antagonismo non appare che negli effetti.

Le idee teoriche di Loeb hanno subito successivamente notevoli e varie modificazioni. Così nel 1901 (4) questo autore sostenne l'idea che l'antagonismo dei cationi, indipenden-

(1) Ueber d. Wirk. verwandter chemischer Stoffe auf d. quergestreiften Muskel. *Arch. f. d. ges. Phys.* Bd. 62, S. 513, 1896.

(2) Ueber d. chemische Reizung nervenhaltiger und nervenloser (kurarisirter) Skeletmuskeln. *Arch. f. d. ges. Phys.* Bd. 76, S. 21, 1899.

(3) *Am. Journ. of Phys.* Vol. III, IV, V.

(4) *Arch. für d. ges. Physiol.* Bd. 88, S. 68.

temente dalla loro azione tossica specifica, dipendesse dalla loro valenza. In un lavoro successivo (1) egli attribuì l'antagonismo dei diversi ioni alla loro diversa carica elettrica. Questa teoria, alquanto modificata, venne poi particolarmente sviluppata dal Mathews (2) con speciale riguardo alla azione dei diversi joni sui muscoli.

Non è qui il luogo di discutere in modo particolare il valore di queste interpretazioni generali, le quali tutte male reggono ad una critica severa. A mio parere manca ancora una conoscenza abbastanza completa e precisa dei fatti, sui quali erigere una teoria; e compito principale della fisiologia credo sia appunto lo studio e l'analisi dei fatti nelle più rigorose condizioni di osservazione e di esperimento.

O. Nasse (3), fino dal 1869, per primo aveva studiato con metodo scientifico l'influenza delle soluzioni saline sulla vitalità delle fibre muscolari; egli determinò per un numero notevole di sali alcalini la concentrazione più adatta a mantenere più a lungo la eccitabilità dei muscoli di rana e trovò che tale concentrazione era pressochè proporzionale al peso molecolare e che per il *Na Cl* corrispondeva al 0,6 %.

I lavori sistematici più recenti dell'Overton possono considerarsi come il complemento di quelle prime ricerche, in quanto questo autore ha avuto di mira lo studio della permeabilità della fibra muscolare rispetto alle sostanze contenute nella soluzione in cui il muscolo viene immerso, e specialmente il contegno dello strato superficiale limitante della fibra. (4) Insieme col fenomeno fisico-chimico della permeabilità l'Overton ha tenuto conto anche delle modificazioni funzionali subite dai muscoli immersi per vario tempo nelle diverse soluzioni, saggiando l'eccitabilità e la contrattilità muscolare.

Perciò che riguarda i componenti minerali fisiologici le ricerche di Overton hanno stabilito molti fatti interessanti, che tenterò di riassumere brevemente.

La soluzione di *Na Cl* isosmotica coi muscoli di rana corrisponde al 0,7 %; verso il cloruro sodico ed i suoi joni la fibra muscolare è pressochè impermeabile nelle sue condizioni d'integrità.

Nelle soluzioni ipotoniche di *Na Cl* il muscolo assume acqua e il suo contegno dimostra che non tutta l'acqua che il tessuto contiene trovasi sotto forma di semplice soluzione, ma in parte notevole vi è come acqua di imbibizione (Quellungswasser); anzi Overton ammette che nella fibra muscolare fresca manchi quasi totalmente la fase di semplice soluzione acquosa. Nelle soluzioni ipotoniche, fino a 0,4 di *Na Cl*, i muscoli presentano piuttosto un aumento che una diminuzione di eccitabilità. Le terminazioni nervose del muscolo però subiscono una rapida alterazione.

Nelle soluzioni contenenti solo 0,2 % di *Na Cl* anche la fibra muscolare perde rapidamente l'eccitabilità e, susseguentemente, le sue proprietà osmotiche per alterazione dello strato limitante superficiale.

---

(1) *Am. Journ. of Phys.* Vol. 6, p. 411, 1902.

(2) *Am. Journ. of Phys.* Vol 11, 1904 e Vol. 12, 1905.

(3) *Arch. für d. ges. Phys.* Bd. II, 1869.

(4) Beiträge zur allg. Muskel- u. Nervenphysiologie. I u. II Abh. *Arch. f. d. ges. Phys.* Bd. 92, 1902, S. 115 e S. 346. - III Abh. *ibid.* Bd. 105. 1904. S. 176.

Nelle soluzioni ipertoniche di *Na Cl* i muscoli perdono acqua e presentano contrazioni spontanee; per concentrazioni superiori al 0.9 % l'eccitabilità rapidamente scompare e la fibra muscolare perde le sue proprietà osmotiche. Tuttavia se la soluzione di cloruro sodico a 0,65 % è resa ipertonica con un anelettrolita (es. saccarosio) allora l'eccitabilità si conserva a lungo.

Le ricerche con soluzioni isotoniche di anelettroliti (saccarosio) hanno permesso all'Overton di dimostrare che l'eccitabilità della fibra muscolare (e così pure delle terminazioni nervose in essa) è legata alla presenza di *Na-ioni* (non meno di 0,07 % di *Na Cl*), i quali possono essere surrogati dal *Li*, e fino ad un certo punto anche da altri cationi.

L'Overton ha pure studiati i sali di *K*, constatandone l'azione paralizzante sulla fibra muscolare dovuta al *K-ione*. Nelle soluzioni isotoniche contenenti ad un tempo *Na Cl* e *K Cl* l'avvelenamento delle fibre muscolari è più lento che in soluzioni di puro *K Cl* isotoniche. Con una concentrazione di *K Cl* del 0,15 % il muscolo sartorio della rana viene ucciso in meno di 24 ore. Le quantità di *K Cl* inferiori al 0,065 % determinano un paralisi, che può essere riparata completamente anche dopo prolungata immersione. Soluzioni isotoniche di *Na Cl* contenenti il 0,02 *K Cl* % non modificano affatto l'eccitabilità del muscolo, anzi la conservano meglio che le pure soluzioni di *Na Cl*. Ma la concentrazione minima paralizzante del *K Cl*. varia a seconda della concentrazione del *Na Cl*; la diminuzione di questo aumenta l'azione tossica del *K Cl*.

Per ciò che riguarda il *Ca-ione* Overton ha verificato che la soluzione isotonica di *Na Cl* contenenti il 0,2 *Ca* Cl_2 % è del tutto inattiva sul muscolo. Concentrazioni maggiori (fino a 0,4 %) di *Ca* Cl_2 diminuiscono l'eccitabilità, ed infine (1 %) la spengono. Anche per il *Ca* Cl_2 la presenza di *Na Cl* modera gli effetti tossici. La proprietà del *Ca-ione* di attenuare od abolire gli effetti tossici dal *Na* e del *K* è stata confermata dall'Overton; anzi per questo autore l'importanza di questo catione è anche maggiore, in quanto piccole quantità di esso conferiscono al muscolo una maggiore resistenza verso la sottrazione di acqua e verso l'azione paralizzante del *K* e di altri cationi affini; in questa ultima funzione è necessaria la presenza del *Na-ione*.

Come Locke e Cushing, l'Overton ha verificato che la sottrazione del *Ca* abolisce l'eccitabilità indiretta dei muscoli; anzi questa azione curarica della soluzione pura di *Na Cl* è resa più rapida dall'aggiunta di *K Cl*; ed il *Ca* Cl_2 è qui pure in grado di opporsi a tale azione o di farne scomparire gli effetti. Secondo Overton la scomparsa dell'eccitabilità indiretta dei muscoli per opera della pura soluzione di *Na Cl* sarebbe probabilmente dovuta alla dissociazione parziale di una combinazione organica del calcio esistente nella sostanza cementante che unisce la fibra nervosa alla fibra muscolare.

In questo campo la prima osservazione di fatto che si riferisce ad un differenziamento dell'elemento nervoso dall'elemento puramente muscolare, viene generalmente attribuita al Locke.

Infatti F. S. Locke (1) immergendo il sartorio della rana in 100 cc. di soluzione pura

(1) Notiz ueber d. Einfluss physiologischer Kochsalzlösung auf die elektrische Erregbarkeit von Muskel und Nerv. *Centralbl. f. Physiol.* Bd. 8, pag. 166-167, 1894, (La comunicazione ha la data del 19 Maggio 1894).

di *Na Cl* al 0,6 % ed esaminando l'eccitabilità indiretta sul nervo rispettivo mantenuto intatto e fuori della soluzione osservò che dopo 1-2 ore l'eccitabilità indiretta è totalmente scomparsa anche per correnti tetanizzanti mentre il muscolo conserva perfettamente l'eccitabilità diretta, che si mantiene bene anche dopo 20 ore d'immersione. Se allora si aggiunge alla soluzione il 0,02 di *Ca* Cl_2 % dopo 3-5 minuti l'eccitabilità indiretta ricompare. Il nervo al contrario immerso direttamente nella soluzione pura di *Na Cl* conserva la propria eccitabilità anche dopo 25 ore.

Ma è giusto che qui io ricordi, che un anno prima del Locke, in Italia, U. Stefani (1) faceva osservazioni consimili intorno all'azione dal cloruro di calcio sulla eccitabilità nervosa, giungendo alle identiche conclusioni. Questo autore era partito da una osservazione di poco anteriore del Cavazzani (2) secondo la quale nelle rane avvelenate con ossalato potassico era possibile fare scomparire la incipiente paralisi muscolare di origine centrale praticando subito iniezioni di cloruro di calcio.

Lo Stefani, con esperienze comparative di immersione degli arti posteriori della rana in soluzione fisiologica pura o addizionata di ossalato di sodio ed in soluzione fisiologica contenente piccole quantità di cloruro di calcio, dimostrò che:

1° la soluzione fisiologica addizionata di *Ca* Cl_2 in dosi convenienti conserva più a lungo che la soluzione fisiologica pura la eccitabilità dei nervi della rana;

2° il *Ca* Cl_2 aggiunto in dosi convenienti alla soluzione fisiologica, a contatto della quale i nervi hanno perduta la loro eccitabilità, può ripristinare la eccitabilità stessa (3).

Anche più rigorosamente in questo indirizzo il Cushing (4), sotto la direzione di Kronecker, ha investigato con metodi molto più esatti una parte del problema riguardante l'azione de' cationi fisiologici sul muscolo. Egli ha praticato la circolazione artificiale attraverso il treno posteriore della rana innestando una cannula nell'aorta addominale, portando così le diverse soluzioni a contatto immediato con tutte le fibre dei muscoli e coi rispettivi elementi nervosi (fibre e terminazioni). Con una speciale preparazione e disposizione egli poteva stimolare il gastrocnemio sia direttamente che indirettamente (per mezzo del nervo), con stimoli uniformi (correnti indotte di apertura) e ritmici (ogni 2″), raccogliendo col miografo la serie delle contrazioni muscolari, ed in tal modo poteva osservare quali modificazioni funzionali venissero a prodursi sia nella fibra muscolare sia negli elementi nervosi del muscolo.

Con questo metodo Cushing ha potuto dimostrare molto meglio di Locke e di Overton che la soluzione isotonica di puro *Na Cl* abolisce in breve tempo l'eccitabilità indiretta del muscolo mentre quella diretta rimane quasi inalterata. Poichè le fibre nervose non perdono l'eccitabilità per immersione anche prolungata nella soluzione pura di *Na Cl*,

---

(1) Stefani U. Intorno all'azione del cloruro di calcio sulla eccitabilità nervosa ecc.... *Rivista sperim. di Freniatria.* Vol. XIX, p. 574-633, 1893.

(2) Cavazzani A. Dell'azione dell'ossalato di potassio sul plasma muscolare, quale contributo alla dottrina della coagulazione, e di un nuovo antagonismo farmacologico. *Riforma Medica.* Giugno 1892.

(3) l. c. pag. 580-586.

(4) H. Cushing. Concerning the poisonous effect of pure sodium chloride solutions upon the nerve-muscle preparation. *Am. Journ. of Phys.*, Vol. 6, p. 77, 1901.

così è logico localizzare l'azione paralizzante di questa soluzione sull'apparecchio nerveo-muscolare nelle terminazioni delle fibre motrici. Cushing appunto attribuisce alla soluzione pura di *Na Cl* un'azione curarica sulla *placca*. Sostituendo alla soluzione sodica, la miscela di Ringer (1) l'eccitabilità indiretta si ristabilisce con prontezza. Questo A. ha pure osservato che l'aumento della quantità di *Ca* Cl_2 (es: da 0,03 a 0,06 %) nella soluzione salina rende questa più efficace nel ripristinare l'eccitabilità dell'elemento nervoso; anzi il Cushing ha osservato, a somiglianza di quanto Howell aveva veduto per il cuore, che se si irriga il muscolo con la soluzione ordinaria di Ringer fino a che l'eccitabilità indiretta venga a cessare, allora portando il contenuto di *Ca* Cl_2 al 0,06 % tale eccitabilità si ripristina; e ciò può ripetersi talora anche per una terza volta con un lieve aumento ulteriore del calcio.

Più recentemente ancora, sempre seguendo l'esempio del Cushing, abbiamo le ricerche di Burridge (v. più avanti) relative ai fattori della fatica muscolare, e quelle di R. Benda (2), che ha studiato con la circolazione artificiale e coi metodi della stimolazione diretta ed indiretta le modificazioni dell'eccitabilità e delle altre fondamentali proprietà del tessuto muscolare.

Altri molti lavori più o meno direttamente riguardano il presente argomento, ma qui non ho citato che quelli, che o per i fatti investigati o per la tecnica seguita hanno relazione con le mie ricerche.

I risultati dei numerosissimi lavori pubblicati su questo argomento, se si accordano abbastanza bene su alcuni pochi punti generali riguardanti l'azione dei cationi fisiologici sui muscoli striati, lasciano ancora molte lacune e presentano parecchie discrepanze. In parte ciò è dovuto ai metodi di ricerca prevalentemente impiegati. Infatti per lo più gli autori hanno usato il semplice metodo dell'immersione, che se può servire benissimo per alcune indagini, come quelle, ad es:, dell'Overton, non è molto adatto per mettere in evidenza altre influenze. L'azione delle soluzioni in cui viene immerso il muscolo è lenta e non è immediata su tutte le fibre costituenti il muscolo stesso; ciò è poco adatto a cogliere modificazioni funzionali delicate o di breve durata e può essere anche causa di errori od equivoci giacchè non tutte le fibre vengono a trovarsi al tempo stesso nelle medesime condizioni. Infatti l'Overton ha dimostrato, ad es:, che l'equilibrio osmotico di un muscolo sartorio di rana è raggiunto solo dopo circa 3 ore.

Per tali ragioni ho creduto necessario valermi soltanto della circolazione diretta delle soluzioni attraverso i vasi del muscolo. A tale scopo, dopo avere immobilizzata la rana o con la distruzione del midollo o con la curarizzazione, scoprivo ed isolavo l'aorta addominale, ed in essa innestavo una piccolissima cannula rivolta alla periferia. Per mezzo di questa facevo giungere nelle arterie del treno posteriore la soluzione salina, contenuta in un recipiente adatto in cui mantenevo una pressione costante di 40 mm. di *Hg*; sotto tale

---

(1) l'A. adoperava la seguente soluzione: *Na Cl* 0,6 *K Cl* 0,03, *Ca* Cl_2 0,03 %.

(2) Ueb. d. Einfluss des Traubenzuckers, der *Na*-, *K*-, *Ca*- und *Mg*-Ionen auf die Reizbarkeit, Leistungsfähigkeit u. s. w. *Zeitsch. f. Biol.* Bd. 63, 1913.

pressione la circolazione si compieva perfettamente negli arti posteriori dell'animale e, mediante una sottile pinza, potevo chiudere l'una o l'altra delle arterie iliache a seconda che volevo usufruire dell'una o dell'altra zampa; il deflusso del liquido circolante veniva agevolato col taglio delle vene iliache.

Adagiata e fissata la rana sopra una tavoletta mettevo in rapporto il tendine del gastrocnemio con una leva isotonica caricata di un peso massimo uguale alla metà del peso della rana stessa. Talora, a seconda dello scopo della ricerca, ho adoperato pesi minori.

Un'altra delle cagioni di oscurità e divergenze sta nel fatto che per lo più gli autori non si sono preoccupati abbastanza di distinguere quali effetti fossero da attribuirsi alla fibra muscolare stessa e quali agli elementi nervosi del muscolo. Ho già accennato agli autori che fecero eccezione su questo punto, ed all'indirizzo che essi così venivano a dare alle ricerche e che avrebbe dovuto essere seguito generalmente. Perciò io ho sempre operato in modo da potere, per quanto ci è oggi concesso, separare la funzione nervosa da quella puramente muscolare, sia usando l'eccitazione diretta ed indiretta (come fece ad es: il Cushing) sia usando la curarizzazione dell'animale.

Per eccitare ritmicamente il muscolo sia direttamente sia indirettamente con stimoli di intensità nota e comparabile mi sono valso della slitta di Kronecker, che possiede la graduazione in unità. Il circuito primario era costituito da una batteria termoelettrica di 3 volts e da un interruttore elettromagnetico a mercurio messo in movimento dall'orologio di Bowditch con intervalli di 2 a 5 secondi. Il circuito secondario era collegato con un deviatore di corrente di Kronecker per eliminare la corrente indotta di chiusura ed inviare al preparato fisiologico la sola indotta di apertura. Per l'eccitazione diretta del muscolo un polo del circuito secondario era unito all'uncinetto infisso nel tendine del gastrocnemio e l'altro polo era unito ad un sottile ago di acciaio, che veniva infisso nell'inserzione prossimale del muscolo. Per l'eccitazione indiretta i poli del circuito secondario venivano collegati con un eccitatore di platino foggiato ad uncino e sul quale veniva adagiato il tronco nervoso contenente le fibre motrici per il muscolo gastrocnemio. Un commutatore di Pohl, usato come semplice deviatore, interposto fra il rocchetto secondario della slitta e le due descritte derivazioni mi permetteva di lanciare lo stimolo al muscolo od al suo nervo a seconda del bisogno senza interrompere affatto il ritmo dell'eccitazione.

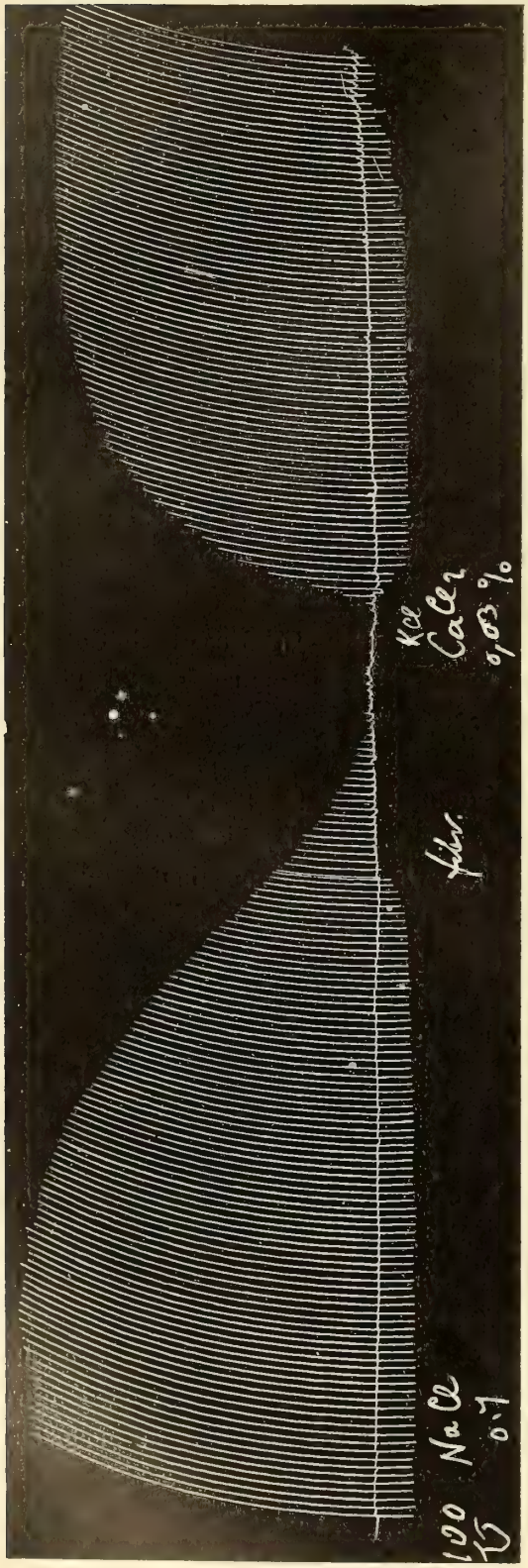
La scelta della intensità dello stimolo elettrico ha molta importanza per mettere in evidenza certi effetti talora molto delicati sulla eccitabilità del muscolo. Perciò io ho impiegato, a seconda dei casi, ora stimoli *massimali* ora stimoli *submassimali* più o meno prossimi alla soglia di eccitabilità del preparato.

La curarizzazione delle rane veniva fatta con una certa cura impiegando le dosi sufficienti alla scomparsa dell'eccitabilità indiretta senza che l'eccitabilità diretta del muscolo si mostrasse alterata; per fare ciò, com'è ben chiaro, conviene accertarsi con prove preliminari delle qualità del curaro, che si deve impiegare.

Le soluzioni saline adoperate per la circolazione artificiale erano isotoniche con quella di *Na Cl* a 0,7 %; la diversa proporzione di *K Cl* o di *Ca* Cl_2 che si voleva fare agire sul muscolo veniva ottenuta mescolando volumi diversi delle varie soluzioni in modo che la miscela rimanesse praticamente isotonica.

I.

Azione dei cationi fisiologici sul gastrocnemio di rana con integrità dell'innervazione.



Tracciato 1. — Gastrocnemio di rana. *Eccitazione dei nervi* lombo-sacrali con stimolo massimale (100 u.) ogni 5″. Circola da prima soluzione di NaCl a 0,7 : l'altezza delle contrazioni diminuisce gradatamente ; infine si manifestano fibrillazioni del muscolo e poi l'eccitabilità indiretta scompare: Allora si fa circolare soluzione di Ringer (contenente KCl 0,03, $CaCl_2$ 0,03) : immediatamente le contrazioni ricompaiono raggiungendo in breve ora l'altezza primitiva.

In queste esperienze mi sono valso di rane immobilizzate con la distruzione del midollo; in esse, adagiate in posizione supina, isolavo l'aorta addominale per la circolazione artificiale nel treno posteriore, e preparavo pure i due plessi lombo-sacrali. Mediante la disposizione generale già accennata potevo poi eccitare il gastrocnemio collegato al miografo sia direttamente che indirettamente con stimoli ritmici ad intervalli di 5″.

Sodio. Le mie esperienze confermano perfettamente i risultati ottenuti da Cushing. Facendo cioè circolare negli arti della rana una soluzione pura di *NaCl* a 0,7 %, mentre il gastrocnemio viene ritmicamente stimolato per la via del nervo con correnti d'induzione massimali, si osserva una progressiva diminuzione dall'altezza delle curve di contrazione fino alla completa ineccitabilità indiretta; se a questo punto si saggia l'eccitabilità diretta del muscolo si trova che essa è perfettamente conservata. Allora sostituendo al liquido circolante la soluzione di Ringer o la soluzione stessa di *Na Cl* a cui si sia aggiunto una piccola quantità di $Ca\,Cl_2$, si ristabilisce prontamente l'eccitabilità indiretta: gli stimoli, prima inefficaci, danno di nuovo luogo a contrazioni che in breve raggiungono l'altezza primitiva.

I due tracciati che porto qui ad esempio dimostrano molto bene il fenomeno.

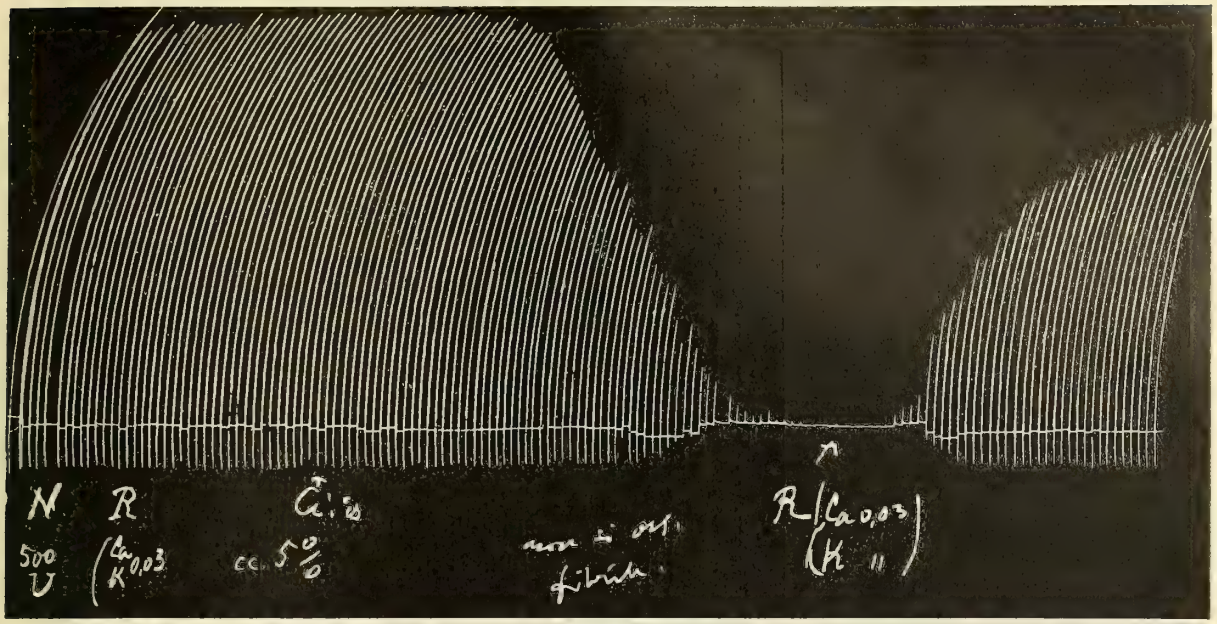


Fig. 1.

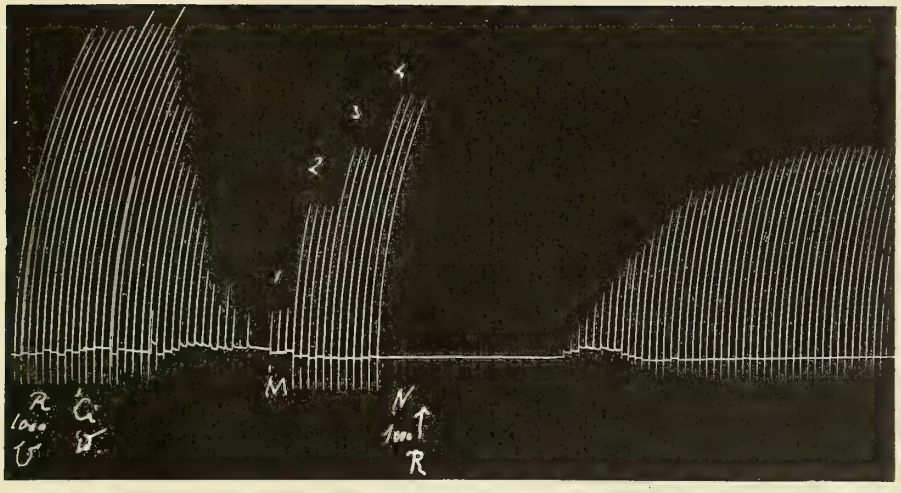


Fig. 2.

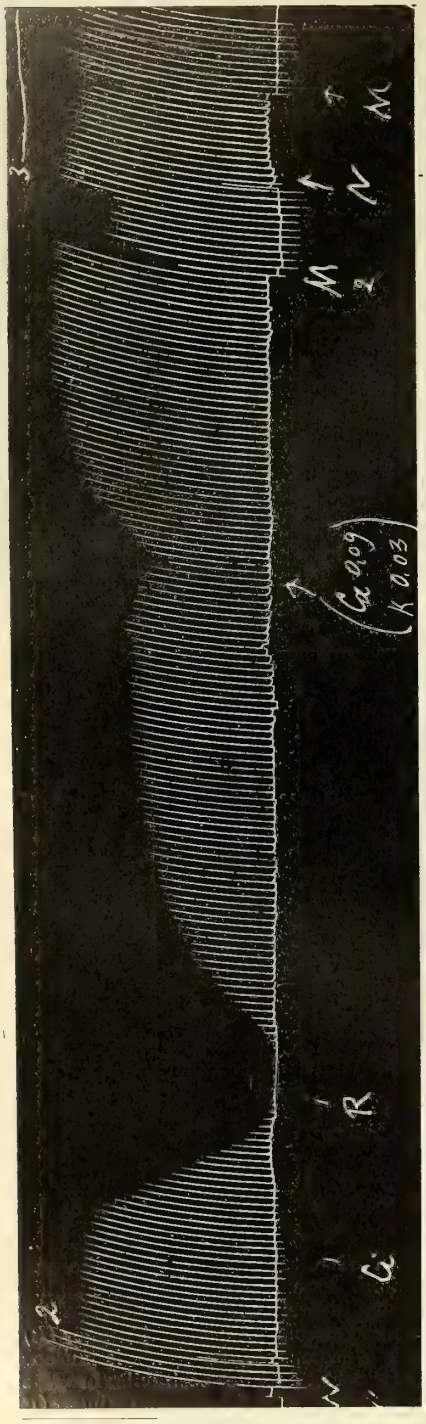
Tracciato 2. — Gastrocnemio di rana. Azione del citrato trisodico (5 cc. di soluzione isotonica in 100 di soluzione NaCl a 0,7) sulla eccitabilità *indiretta* del muscolo.

Fig. 1. *N*. Stimoli massimali (500 u.) ogni 5″ sui nervi lombo-sacrali. *Ci*: circola la soluzione di citrato trisodico; rapida discesa a zero del miogramma; non si osservano fibrillazioni. Appena scomparsa l'eccitabilità del nervo si fa circolare nuovamente soluzione di Ringer (*R*) e tosto l'eccitabilità ricompare.

Fig. 2. Eccitazione dei nervi lombo-sacrali con stimoli di 1000 u. mentre circola soluzione di Ringer (*R*); in *Ci* si fa circolare la soluzione di citrato; appena l'eccitabilità del nervo è scomparsa, si eccita il muscolo direttamente (con stimoli di 1000–4000 u. (1, 2, 3, 4) in *M*), che si mostra perfettamente eccitabile. In *N* si eccita di nuovo il nervo (con 1000 u.): ineccitabilità completa; facendo allora circolare la soluzione di Ringer (*R*) l'eccitabilità indiretta prestamente si ristabilisce.

Dagli stessi risultati di Locke e di Cushing risulta già a mio parere evidente, sebbene quegli autori non lo affermino in modo esplicito, che l'azione della pura solu-

zione di *Na Cl* non sia da interpretarsi come una influenza specifica del *Na-ione*, la quale venga semplicemente neutralizzata dal calcio per una speciale funzione antagonistica di questo, ma sia più ovvio e più logico pensare che la soluzione di puro *Na Cl* non agisca che come un mezzo decalcificante del tessuto per semplice fatto di diffusione del *Ca-ione*, il quale sarebbe per l'appunto l'elemento essenziale per il mantenimento della eccitabilità delle terminazioni nervose del muscolo. Questo modo di vedere si accorda con le esperienze del Novi (1) sull'azione decalcificante che hanno le soluzioni di *Na Cl* iniettate nell'animale vivente.



Tracciato 3. — Gastrocnemio di rana. *N* eccitazione dei nervi lombo-sacrali con stimoli di 2000 u., mentre circola soluzione di Ringer. In *Ci* si fa circolare la soluzione contenente citrato sodico: l'eccitabilità del nervo motore va rapidamente a zero. A questo punto (*R*) di nuovo circola la soluzione di Ringer, l'eccitabilità si ristabilisce e le contrazioni presto ricompaiono, ma con altezza minore di quella antecedente; se, allora, si fa circolare una soluzione di Ringer più ricca di Ca ($CaCl_2$ 0,09, KCl 0,03 %) le contrazioni aumentano ancora e raggiungono l'altezza primitiva. In M_2 eccitazione *diretta* del muscolo con 2000 u.; in N_3 e M_3 eccitazione indiretta (nervo) e diretta (muscolo) con 3000 u.

A conferma e chiarimento di tale spiegazione ho voluto sperimentare con lo stesso metodo l'influenza di piccole quantità di citrato trisodico aggiunte alla soluzione di *Na Cl* circolante. Come si sa dalle esperienze del Sabbatani (2) il citrato trisodico è un decalcificante in quanto immobilizza il *Ca-ione* in combinazioni non dissociate pur essendo solubili. Come lo stesso Cushing ha osservato, spesso l'azione della soluzione pura di *Na Cl* è molto lenta e la perdita della eccitabilità indiretta avviene solo dopo una lunga serie di contrazioni che vanno progressivamente diminuendo. Aggiungendo alla soluzione di *Na Cl* il 5 % di soluzione isotonica di citrato trisodico si osserva una rapida diminuzione e scomparsa dell'eccitabilità indiretta appena la miscela arriva in contatto dal muscolo; questo effetto scompare tosto facendo circolare la soluzione di Ringer, e può essere più volte ripetuto. I tracciati 2 e 3 mostrano appunto l'andamento di una simile esperienza. Questa azione del

(1) Azione disintegrante del cloruro sodico sul cervello. Mem. *R. Acc. Scienze Bologna* Ser. VI, T. VII, p. 211, 1910 e T. VIII, p. 205, 1911 (Ivi trovansi pure citati i dati storici anteriori che riguardano questo argomento).

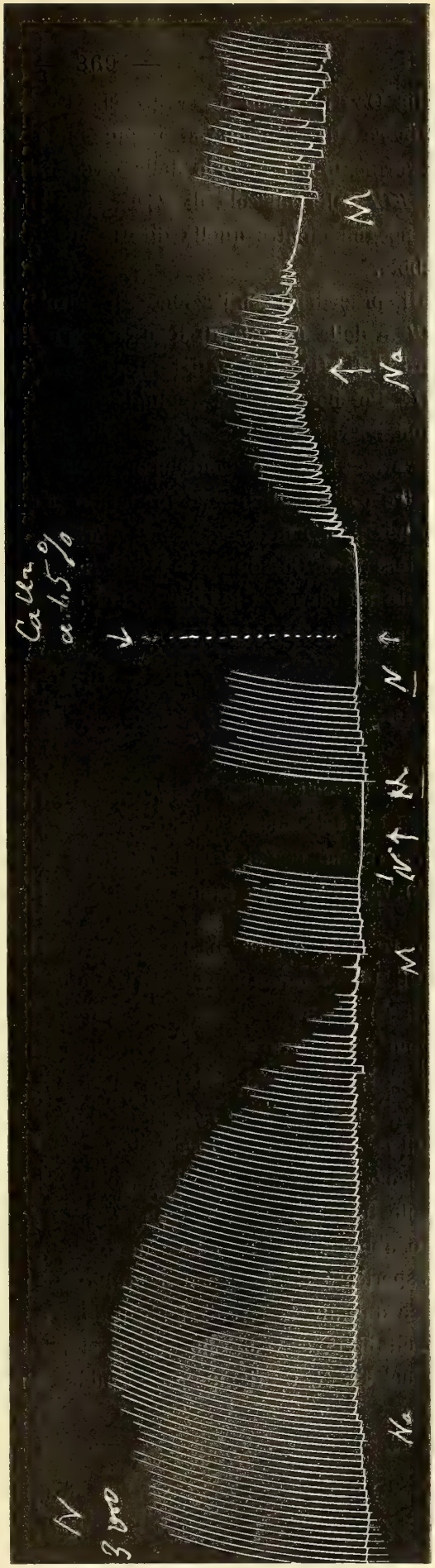
(2) Funzione biologica dal calcio. Parte I. Azione antagonistica fra citrato trisodico e calcio. Mem. *R. Acc. Sc. Torino.* Tomo 51, 1901.

citrato trisodico dimostra che molto probabilmente anche il *Na Cl* agisce per un'influenza più o meno rapida decalcificante del tessuto, ma dimostra ancora che il *Ca*, come elemento essenziale per l'eccitabilità degli elementi nervosi del muscolo, deve trovarsi allo stato di ione.

Calcio. Quanto precede serve indirettamente a dimostrare almeno parte della funzione del *Ca* nella vita del muscolo.

Reintegrando, come usava il Cushing, la eccitabilità indiretta del muscolo, abolita dalla soluzione di *Na Cl*, con la soluzione di Ringer, la curva di contrazione riprende i caratteri normali.

Se si fa invece circolare, dopo la soluzione pura di *Na Cl*, una soluzione di *Na Cl* che contenga piccole quantità di *Ca* Cl_2 soltanto allora si scorge bene che la reintegrazione dell'eccitabilità indiretta è dovuta essenzialmente al *Ca-ione;* e si può dimostrare ancora, come aveva fatto il Cushing con la miscela di Ringer, che l'aumento della proporzione di *Ca* Cl_2 ha una azione più efficace e può aumentare ancora l'eccitabilità del muscolo. Ma si manifesta ancora un altro effetto molto interessante, che manca totalmente se si adopera la miscela di Ringer; si nota cioè uno spiccato aumento del tono muscolare ed una tendenza alla contrattura. Nel seguente tracciato riporto un esempio molto caratteristico del fenomeno, che si presenta abbastanza costantemente ma con diversa intensità.



Tracciato 4. — Gastrocnemio di rana. N_1 eccitazione dei nervi lombo-sacrali con stimoli di 3000 u.; in *Na* si fa circolare soluzione pura di NaCl a 0.7 %: a poco a poco l'eccitabilità indiretta si spegne, mentre l'eccitabilità diretta della fibra muscolare è bene conservata (*M* e *M'*). In *N'* si continua ad eccitare il nervo, che mostrasi ineccitabile, indi alla soluzione pura di NaCl circolante si sostituisce una soluzione di NaCl (a 0,7) contenente vol. 1,5 % di soluzione isotonica di $CaCl_2$; dopo poco la eccitabilità del nervo motore si ristabilisce, le contrazioni ricompaiono elevandosi gradatamente, ma nel tempo stesso si manifesta una notevolissima tendenza alla *contrattura*, con modificazione caratteristica della fase discendente della contrazione. In *Na'* si fa di nuovo circolare soluzione di puro NaCl; l'eccitabilità indiretta (nervo) torna a dileguarsi mentre anche la contrattura va diminuendo e scompare; l'eccitabilità della fibra muscolare (*M''*) è conservata.

Potassio. Già Overton ha osservato che l'azione curarizzante del *Na Cl* si fa più pronta e spiccata se alla soluzione si aggiungono piccole quantità di *KCl.* Più recentemente Benda (1) ha verificato col metodo della circolazione artificiale che aumentando la concentrazione dal *KCl* nella miscela di Ringer al di sopra di 0,07 % l'eccitabilità indiretta diminuisce e si spegne mentre quella diretta si conserva inalterata. Su questo punto non esiste alcun dubbio.

Dai risultati precedenti sull'azione comparativa delle soluzioni di puro *Na Cl*, di *Na Cl* + *Ca* Cl_2 e della miscela di Ringer, quali rivelansi nei miei tracciati e che non credo sieno finora stati ottenuti da altri autori, scorgesi molto chiaramente una proprietà specifica del *ione K.* Poichè mentre l'aggiunta dal solo *Ca-ione* oltre ristabilire l'eccitabilità delle terminazioni nervose nel muscolo porta anche una spiccata tendenza alla contrattura, questa non si verifica quando contemporaneamente è presente il *K-ione* (soluzione di Ringer). In altre parole, anche nel preparato nerveo-muscolare esiste quell'antagonismo, che il Ringer per primo notò nel cuore di rana, fra il *Ca*, elemento contratturante ed il *K*, elemento rilassatore. Come meglio risulterà dalle mie esperienze sul muscolo curarizzato, non potrà sfuggire ad alcuno l'importanza di questo fatto.

II.

Azione dei cationi fisiologici sul muscolo curarizzato.

I risultati, che ho ottenuto sui muscoli *curarizzati* possono fino ad un certo punto considerarsi come esclusivamente dovuti alla *fibra muscolare.*

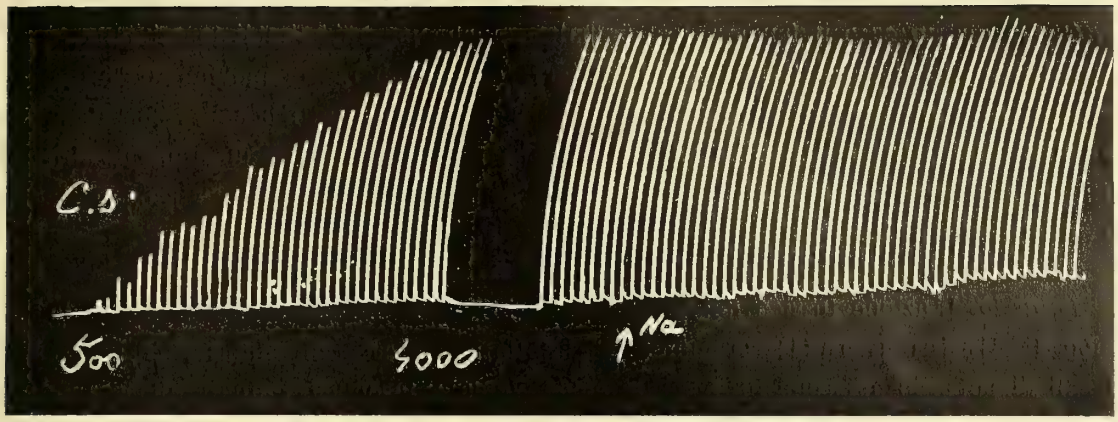
Le esperienze furono condotte nel modo già descritto; in questo caso il gastrocnemio venne eccitato in via diretta portando gli stimoli elettrici ai due poli del muscolo.

Sodio. Dalle ricerche di Cushing risultava già che la eccitabilità diretta del muscolo non veniva modificata in modo apprezzabile dalla circolazione di puro *Na Cl*; e la contrattilità, per stimoli massimali, non appariva alterata. Mi parvero utili però esperienze comparative sul muscolo curarizzato per mettere fuori causa tanto prima che dopo l'azione della soluzione di *Na Cl* gli elementi nervosi; di più la conoscenza del comportamento della fibra muscolare verso la semplice soluzione di *Na Cl* poteva servirmi di punto di partenza per lo studio sull'azione degli altri cationi.

Se si adoperano, durante la circolazione di soluzione pura di *Na Cl*, stimoli *massimali*, anche sul muscolo fresco curarizzato non si osservano modificazioni apprezzabili, salvo il graduale e lento abbassarsi delle curve di contrazione secondo la legge della fatica. Delle numerose mie esperienze riporto come esempio il Tr. N. 5.

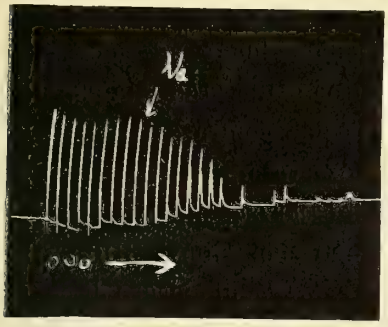
Ma se invece durante la circolazione della soluzione di cloruro di sodio si determina la soglia dell'eccitabilità si vede che questa si innalza rapidamente; così che se si fanno giungere, come nel Tr. N. 6, al muscolo stimoli submassimali poco al di sopra della soglia

(1) l. c. pag. 48, 50.

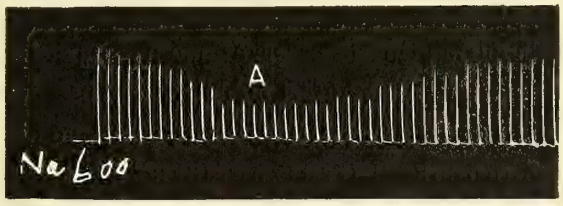


Tracciato 5. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione isotonica di NaCl sulla contrattilità della fibra muscolare. Nella prima parte del tracciato si determina la curva di eccitabilità; *soglia* = 500 u., *stimolo massimale* = 4000 u.; dopo breve intervallo il muscolo viene eccitato ritmicamente (ogni 5″) con stimoli di 4000 u. da prima a circolazione sospesa, poi (*Na*) facendo circolare la soluzione isotonica di NaCl.

si rileva tosto una diminuzione rapida e graduale della eccitabilità per cui il muscolo dopo poche contrazioni in serie decrescente, diventa ineccitabile allo stesso stimolo.



Tracciato 6, — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione isotonica di NaCl sulla *eccitabilità* della fibra muscolare. *Soglia* = 300 u. Si eccita ritmicamente (ogni 5″) il muscolo con stimoli *submassimali* (500 u.) prima a circolazione artificiale sospesa, poi (Na) facendo circolare la soluzione di NaCl. L' eccitabilità della fibra muscolare diminuisce tosto fino a sparire completamente per gli stimoli di 500 u.



Tracciato 7. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzioue isotonica di NaCl sulla *eccitabilità* della fibra muscolare. *Na*: si fa circolare attraverso i vasi la soluzione di NaCl e si eccita ritmicamente (ogni 5″) il muscolo con stimoli *submassimali* (600 u.); l' altezza delle contrazioni va gradatamente diminuendo; in A si sospende la circolazione artificiale e tosto le contrazioni si fanno progressivamente più alte fino al grado di prima.

Se si sospende la circolazione, costantemente si osserva che il muscolo riacquista l'eccitabilità per quello stimolo submassimale; ovvero con l'aumento dell' eccitabilità l'altezza delle contrazioni torna ad aumentare sì che si possono spesso osservare (v. Tr. 7) due scale inverse, una discendente durante la circolazione della soluzione di cloruro sodico ed una ascendente a circolazione sospesa.

Queste modificazioni della eccitabilità e contrattilità della fibra muscolare per effetto della soluzione pura di *Na Cl*, si manifestano anche più intensamente se il muscolo è stanco

o sia già stato sottoposto all'azione di altre soluzioni modificatrici, come ad esempio, quella di *KCl;* in questo caso il fenomeno si fa palese anche per gli stimoli massimali.

Nel muscolo curarizzato non ho mai osservato la comparsa di movimenti fibrillari, che al contrario sono assai frequenti a presentarsi nei muscoli intatti per l'azione delle soluzioni pure di *Na Cl*; neppure ho mai osservato anche fugacemente un aumento di eccitabilità come ha veduto Overton. Forse in queste manifestazioni non è estraneo l'elemento nervoso del muscolo stesso.

Potassio. L'azione tossica dei sali di potassio sulle fibre muscolari è nota da gran tempo. Il Biedermann (1) riassumendo i risultati dalle ricerche anteriori così si esprime: « I sali di potassio agiscono in generale come veleni muscolari i quali abbassano più o meno rapidamente la eccitabilità ed infine l'aboliscono completamente. Anche per diluizioni molto grandi si ha sempre questo effetto, sicchè, come già sostenne Ranke, i sali di potassio probabilmente hanno importanza essenziale fra le cause della fatica. È certo che i sali di potassio tanto per immersione quanto per circolazione determinano tutti i fenomeni caratteristici della fatica muscolare, i quali possono già eliminarsi con la semplice lavatura del muscolo con cloruro di sodio al 0,6 % ».

Ma accanto a queste conclusioni esistevano da molto tempo altre osservazioni, le quali senza contraddire l'azione tossica definitiva del potassio sulla fibra muscolare, avevano rilevato che l'azione diretta del potassio sul muscolo poteva dare luogo ad uno stato di contrazione. Bernard e Grandeau nel 1864 (2) infatti accennarono alla proprietà che hanno i sali di potassio di determinare in conveniente concentrazione una contrazione dei muscoli scheletrici. Questa osservazione passò per lungo tempo quasi inosservata. Passarono trent'anni prima che altri autori pubblicassero osservazioni analoghe: tali osservazioni, che confermano i dati di Bernard e Grandeau, sono dovute a Grützner e ai suoi allievi Blumenthal e Zenneck. Il Grützner (3) nel 1893 trovò che una soluzione al 4 % di cloruro di potassio applicata direttamente al nervo motore non dà contrazione, mentre se applicata ad un gastrocnemio di rana curarizzata determina una prolungata contrazione. Blumenthal (4) e Zenneck (5) confermarono i risultati di Grützner. Ma l'attenzione su questo fenomeno venne specialmente richiamata da un allievo del Loeb, lo Zoethout (6), che si occupò per primo in modo particolare della proprietà che hanno i sali di potassio di determinare una contrazione immediata e prolungata nei muscoli dello scheletro. Egli fece le sue esperienze sul gastrocnemio della rana, immergendo il muscolo in soluzione $\frac{m}{8}$ di cloruro di potassio (corrispondente circa alla soluzione di *Na Cl* 0,75 %) e raccogliendo con una leva il tracciato.

---

(1) Elektrophysiologie. I, p. 94, 1895.
(2) *Centralbl. f. med. Wiss.* 1864.
(3) *Arch, für d. ges. Physiol.* Bd. 53, S. 83, 1893.
(4) l. c.
(5) l. c.
(6) The effects of K and Ca ions on striated muscle. *Am. Journ. of Physiol.* Vol. 7, p. 199, 1902.

La contrazione che si determina è pronta, energica e prolungata; essa ha un breve periodo di latenza, raggiunge il suo massimo in 2-3 secondi e può durare anche da 20 a 100 minuti primi. Zoethont ottenne lo stesso effetto coi seguenti sali di *K*, oltre che col cloruro: clorato, nitrato, solfato, ioduro, bromuro, cromato, bicromato, ferrocianuro, ossalato, cianuro e tartrato. Adoperando soluzioni più diluite egli notò una minore altezza e durata delle contrazioni. La concentrazione minima di *KCl* capace di produrre una contrazione fu trovata corrispondente a $\frac{m}{80}$, diluendo la soluzione $\frac{m}{8}$ di sale potassico con 9 parti di soluzione isotonica di glicerina. Diluendo invece la soluzione di *KCl* con quella di *Na Cl* isotonica trovò che la concentrazione minima del *KCl* che ha ancora tale azione sul muscolo è ridotta a $\frac{m}{40}$; se poi diluiva con soluzione isotonica di *Ca* Cl_2, la concentrazione minima attiva del *KCl* era ridotta a $\frac{m}{18}$ cioè quasi ad $\frac{1}{3}$ della concentrazione primitiva.

Lo stesso autore verificò che il *Ca* Cl_2 aveva un'azione antagonista sul muscolo contratto per opera del *KCl*; immergendo infatti il muscolo così contratto nella soluzione isotonica di *Ca* Cl_2 ottenne un rapido rilassamento del muscolo; sostituendo di nuovo la soluzione di cloruro di calcio con quella di *KCl* egli otteneva una nuova contrazione; e così, alternando l'azione del *KCl* e del *Ca* Cl_2 sul muscolo, potè avere delle serie molto numerose di contrazioni.

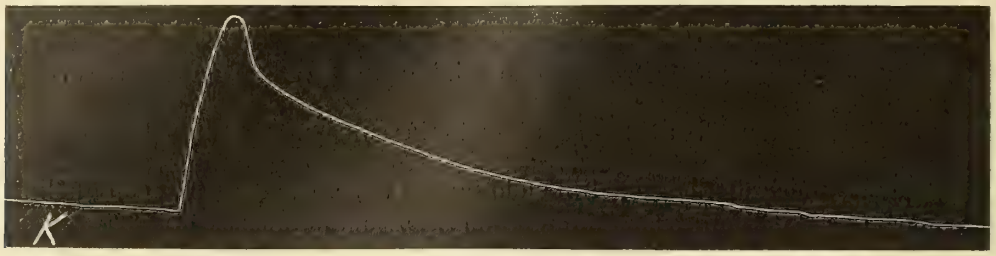
Dello stesso argomento ed anche più estesamente si è occupato in seguito il Guenther (1), che è giunto a risultati consimili, che possono così riassumersi: Immergendo un muscolo di rana nel cloruro di *K* si provoca una sola contrazione; sia che esso rimanga nella soluzione o che questa venga levata il muscolo si rilascia completamente o quasi. L'irritabilità scompare entro pochi minuti sicchè il muscolo non risponde nè a stimoli meccanici nè a quelli elettrici. Trattando poi il muscolo sia con soluzione di *Na Cl* che con quella di *Ca* Cl_2 si ristabilisce la proprietà del muscolo di rispondere nuovamente all'azione del *KCl* onde si possono ottenere lunghe successioni di contrazioni. Ma le serie di contrazioni prodotte alternando *KCl* a *Na Cl* differiscono decisamente da quelle ottenute alternando *KCl* a *Ca* Cl_2. La serie di contrazioni di massima durata si ottiene solo impiegando le tre soluzioni nel seguente ordine: *KCl*, *Na Cl*, *Ca* Cl_2. Le contrazioni secondarie ottenute con questa alternazione delle soluzioni si distinguono da quella primitiva perchè molto più lente a prodursi. Guenther ha poi dimostrato che la contrazione da *K* è locale ed è dovuta alle sole fibre muscolari che vengono in contatto con la soluzione.

Questi due autori, pure trattando una stessa questione molto limitata, arrivano a conclusioni teoriche assai diverse ed emettono ipotesi sulla azione reciproca dei diversi cationi, che, a mio credere, non sono ancora sufficientemente giustificate dai fatti acquisiti. Io ho voluto riferirne i risultati perchè io pure mi sono occupato della contrazione da potassio, ma col metodo della circolazione artificiale. Riferisco in breve i risultati.

---

(1) A study of the comparative effects of solutions of *K*, *Na* and *Ca* clorides on skeletal and heart muscle. *Am. Journ. of Physiol.* Vol. 14, 1905, pag. 73-104.

Facendo circolare attraverso l'arto posteriore di una rana curarizzata una soluzione isotonica di *KCl* (dopo una breve lavatura preliminare con soluzione di Ringer) si ottiene una energica contrazione spontanea del gastrocnemio (v. Tracc. 8); la fase di ascesa è

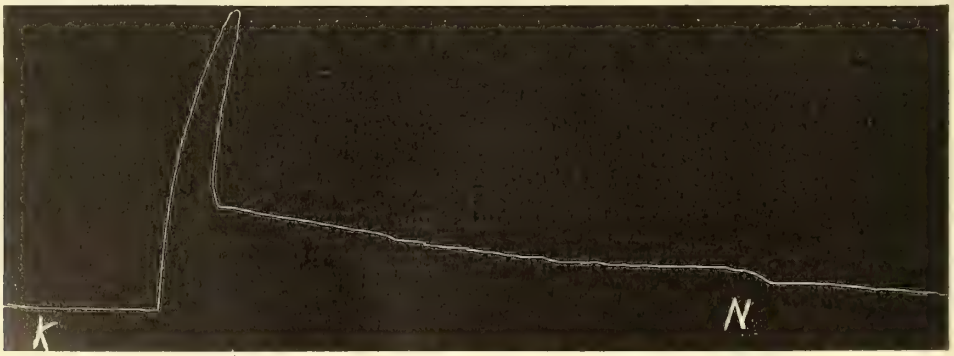


Tracciato 8. — Gastrocnemio di rana *curarizzata. Contrazione spontanea da potassio.* Il muscolo è collegato alla leva miografica ma non riceve stimoli elettrici; per i vasi si fa circolare soluzione di Ringer. In *K* si fa subentrare la soluzione isotonica di KCl; appena essa arriva al muscolo, questo entra in contrazione. La velocità del cilindro è uguale a quella dei precedenti tracciati (= mm. 18 al 1').

rapida, il muscolo resta contratto per pochi istanti, indi incomincia la fase discendente, che suole distinguersi in due tempi: un primo tempo di rilassamento parziale abbastanza rapido, a cui segue un secondo tempo molto più lungo durante il quale la curva ritorna lentamente all'ascissa. Questi caratteri si presentano con notevole costanza (v. Tr. 9, Fig. 1).

La contrazione spontanea da potassio si ottiene anche per concentrazioni minori; io l'ho ottenuta costantemente anche con una miscela a parti eguali di soluzioni di *Na Cl* e di *KCl* isotoniche, meno costantemente con diluizioni maggiori.

Quanto alle contrazioni secondarie ottenute da Zoethout e da Guenther immergendo il muscolo alternativamente nelle soluzioni isotoniche di *KCl*, *Na Cl*, *Ca* Cl_2, debbo dire che raramente mi è accaduto di osservarle facendo circolare le predette soluzioni nei vasi del muscolo nell'ordine predetto. Tale insuccesso potrebbe dipendere da qualche difetto di tecnica, tanto più che non è stato sempre costante. Anzi voglio riportare nel Tr. 9 il risultato di una esperienza nella quale alla contrazione primitiva da *K*, che si presenta col descritto aspetto caratteristico, fa riscontro una spiccata contrazione secondaria ottenuta facendo circolare pei vasi successivamente le soluzioni di *Na Cl*, di *Ca* Cl_2 e nuovamente di *KCl*.



Tr. 9. – Fig. 1.

Ho voluto ancora verificare, come era presumibile, se la contrazione da potassio ottenuta dai detti autori per immersione del muscolo nella soluzione, fosse dovuta all'azione del potassio sugli strati superficiali del muscolo che vengono a contatto diretto con la soluzione. A tale scopo, dopo avere preparata la rana curarizzata nel modo consueto ed avere fatto circolare brevemente soluzione di *Na Cl*, ho messo allo scoperto il gastrocnemio ed ho versato su di esso la soluzione isotonica di *KCl*; ottenni così una contrazione energica e ben marcata del muscolo. Allora facendo circolare successivamente la soluzione di *KCl* pei vasi dello stesso muscolo ottenni una nuova bellissima contrazione da *K* coi suoi soliti caratteri. In questa osservazione, che ho avuto campo di ripetere più volte, trovasi una ragione di più che dimostra essere la contrazione da potassio una vera azione locale sulla fibra muscolare, e potersi quindi chiamare una contrazione idiomuscolare da stimolo chimico.

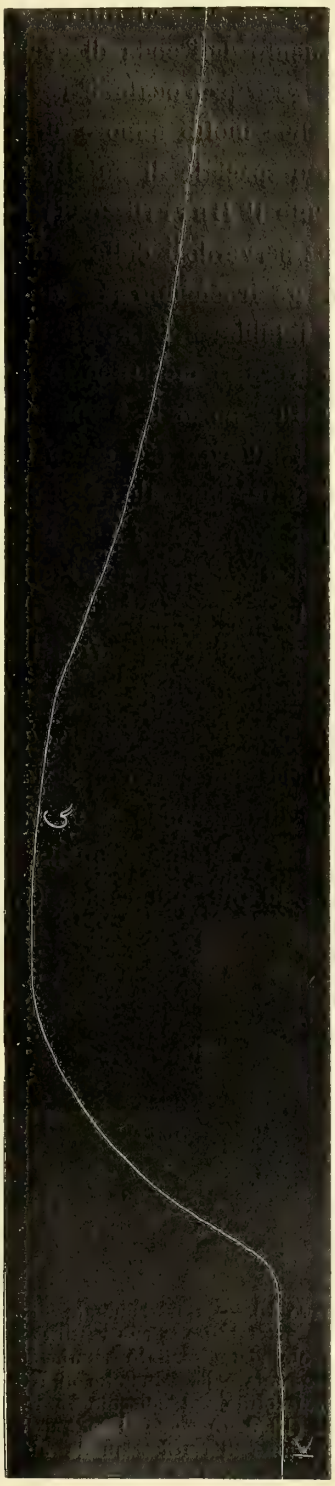


Fig. 2.

Tracciato 9. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. *Contrazione spontanea da potassio*. L'esperienza è condotta come la precedente (v. Tr. 8).

Fig. 1. *Contrazione primaria da potassio*: in *K* si fa circolare la soluzione isotonica di KCl: in *N* si sostituisce ad essa la soluzione di NaCl.

Fig. 2. *Contrazione secondaria da potassio*. Dopo avere fatto circolare pei vasi del muscolo soluzione di NaCl e poi soluzione di $CaCl_2$, si ripete in *K* la circolazione con soluzione isotonica di KCl. Si ottiene una nuova contrazione più lenta e più ampia della precedente. La velocità del cilindro è sempre la stessa (mm. 18 al 1').

Ma questo modo di agire del *K-ione* sulla fibra muscolare non può rappresentare certamente la sua funzione normale. Per investigare meglio questa funzione è necessario studiare le modificazioni più importanti delle proprietà fisiologiche della fibra muscolare, cioè l'eccitabilità e la contrattilità, in rapporto alle soluzioni variamente concentrate di *KCl* fatte circolare attraverso il muscolo.

Molti degli autori citati nella bibliografia generale si sono occupati più o meno direttamente dell'azione del *K* sulla funzione muscolare; la maggior parte ne ha considerata l'azione deprimente o paralizzante sulla fibra contrattile. Per meglio completare i dati bibliografici citerò ancora il lavoro di Fahr (1),

(1) G. Fahr. Ueb. di Wirkung des Kaliumchlorids auf den Kontraktionsakt des Muskels (*Zeitsch. f. Biol* Bd. 50, 1907, pag. 203).

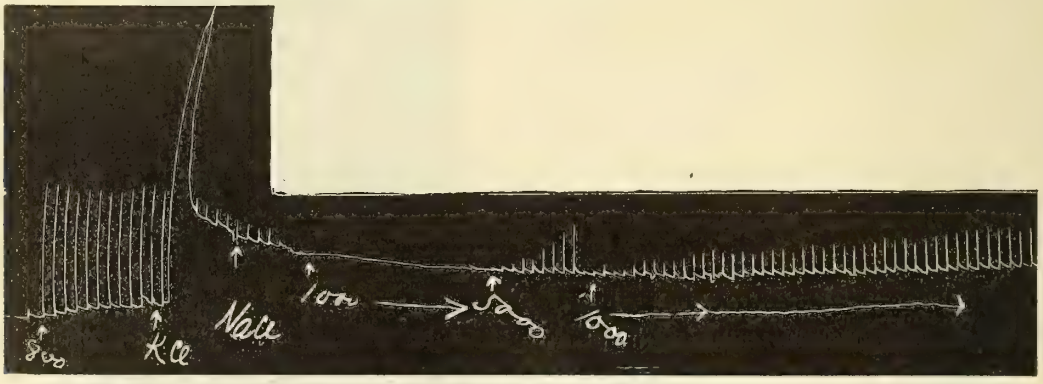
il quale ha trovato che una soluzione di *Na Cl* al 0.6 % contenente il 0,03 *KCl* % in una o due ore fa decrescere nel sartorio della rana la velocità di trasmissione del 39-75 %, apportando una diminuzione dell'altezza di contrazione, un aumento del periodo di latenza ed un forte decremento dell'onda di eccitazione.

La paralisi da esso provocata è reversibile ed incompleta e la quantità di *KCl* a ciò necessaria risulterebbe molto minore di quella stabilita dall'Overton; ciò è attribuito dal Fahr allo stato speciale di nutrizione delle rane da lui impiegate (fine dell'inverno).

Più recentemente il Burridge (1) ha fatto delle ricerche sperimentali su alcuni fattori chimici della fatica serverdosi della circolazione artificiale per la via dell'aorta nelle rane e stimolando il m. gastrocnemio per via diretta ed indiretta. Fra le sostanze studiate e fatte circolare col liquido di Ringer vi è stato il *K* sotto forma di lattato e di cloruro. Le terminazioni nervose si mostrano le più sensibili verso le varie sostanze. La concordanza coi sintomi della fatica normale è specialmente evidente per l'acido lattico e per il *KCl*; l'avvelenamento del muscolo per acido lattico scompare più lentamente di quello da *KCl*; e secondo l'A. nella fatica normale queste sostanze probabilmente hanno un'azione combinata.

Riferirò ora per sommi capi i risultati da me ottenuti sui muscoli curarizzati e direttamente eccitati con diversi stimoli elettrici facendo circolare quantità diverse di *KCl* e *Na Cl* sempre in soluzione isotonica.

1. La soluzione isotonica di *KCl* fatta circolare nei vasi dell'arto mentre il muscolo viene ritmicamente stimolato dà luogo ad una contrazione in tutto simile a quella spontanea per semplice circolazione, sulla quale però talvolta si notano singole contrazioni dovute agli stimoli ritmici che colpiscono il muscolo; esse in breve si fanno più piccole e infine scompaiono dimostrando la scomparsa della eccitabilità muscolare. La forma della curva generata dal *K* è simile a quella spontanea, ma le due fasi ascendente e discendente appaiono, per lo più, più rapide (v. Tr. 10).



Tracciato 10. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione *isotonica* di KCl sulla eccitabilità e contrattilità della fibra muscolare.

Il muscolo viene eccitato ritmicamente (ogni 5") con stimoli *submassimali* (800 u.). In *K* si fa circolare la soluzione di KCl; si ha tosto la contrazione spontanea da potassio mentre l'eccitabilità del muscolo va rapidamente diminuendo fino a spegnersi anche per stimoli forti (1000 u.) come si vede nella linea discendente della curva; in *Na* si è sostituita la soluzione di NaCl a quella di KCl; l'ineccitabilità persiste ancora, e solo per stimoli fortissimi (5000 u.) la fibra muscolare ricomincia a mostrarsi eccitabile con una serie regolarmente crescente di contrazioni (*scala*), che poi dà anche per stimoli più deboli (1000 u.).

(1) An inquiry into some chemical factors of fatigue (*Journ of Physiol.* Vol. 41, 1911, pag. 285).

Una notevole differenza, che presentasi in queste esperienze rispetto a quelle con la sola circolazione, sta nel fatto che la contrazione da *K* può ripetersi più volte agevolmente nello stesso muscolo purchè la lavatura con soluzione di *NaCl* si accoppi all' eccitamento ritmico del gastrocnemio; in queste condizioni non solo il muscolo a poco a poco diviene eccitabile per stimoli sopramassimali, ma l'attività contrattile sopravveniente favorisce il rapido svelenamento del tessuto. In tale modo il muscolo ridiventa atto a dare una nuova

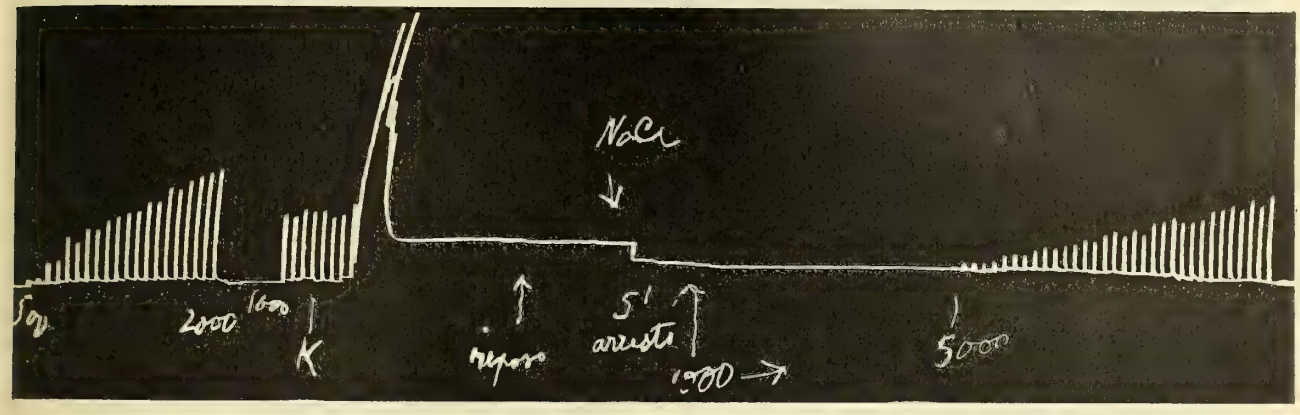


Fig. 1.

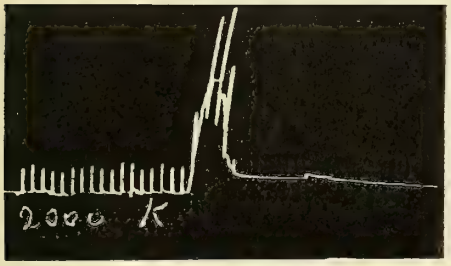
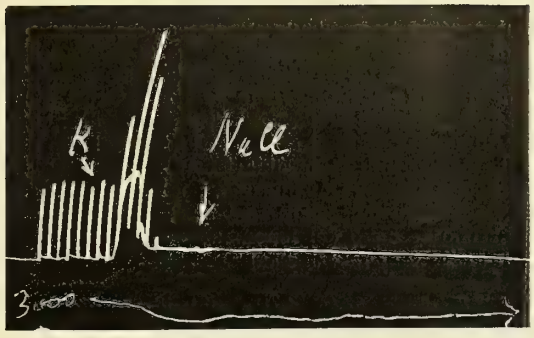


Fig. 2.



g. 3.

Tracciato 11. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione ripetuta della soluzione isotonica di KCl sulla eccitabilità e contrattilità muscolare.

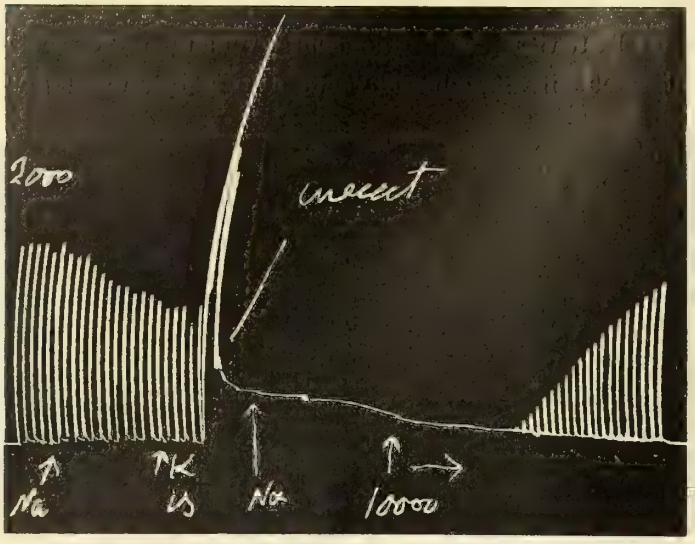
Fig. 1. Determinata la curva di eccitabilità (*soglia* = 500 u., stimolo massimale = 2000 u.) si eccita il muscolo ogni 5'' con stimoli di 1000 u. In *K* si fa circolare la soluzione di KCl; si ha tosto la contrazione spontanea associata a singole contrazioni dovute agli stimoli; ma ben tosto l' eccitabilità scompare. Si cessano allora gli stimoli elettrici (riposo) e si fa circolare (*Na*) la soluzione di NaCl per oltre 5', dopo i quali il muscolo è ancora ineccitabile per stimoli di 1000 u. Solo aumentando molto l' intensità dello stimolo (5000 u.) riappare l' eccitabilità del muscolo, che dà una bella serie di contrazioni col fenomeno della *scala*.

Fig. 2. Sullo stesso muscolo si ripete la circolazione del KCl con stimoli di 2000 u. La contrazione spontanea si ripete ma più bassa, e le singole contrazioni sovrapposte, dovute agli stimoli elettrici, sono più alte che nella Fig. 1 e mostrano un fugace aumento dell' eccitabilità, che però presto è abolita.

Fig. 3. Si ripete la stessa esperienza sullo stesso muscolo, con stimoli di 3000 u. La contrazione spontanea si manifesta ancora più bassa, e così pure è più evidente l' aumento iniziale dell' eccitabilità, la quale infine scompare totalmente.

contrazione quando si faccia circolare di nuovo la soluzione di *KCl*; e può darne una terza ed una quarta purchè fra l'una e l'altra si faccia la lavatura e si ecciti ritmicamente il muscolo. Queste contrazioni secondarie, benchè abbiano la stessa forma caratteristica della prima, sono però progressivamente più basse; e non solo, ma durante le loro fasi il mu-

scolo stesso conserva, e talora accresce la sua eccitabilità; questa allora si palesa con singole contrazioni che sono disposte sulla stessa curva della contrazione da potassio e più specialmente sul primo tratto della fase discendente (v. Tr. 11).



Tracciato 12. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione isotonica di KCl sulla fibra muscolare. Esperienza simile alle precedenti. Stimoli ritmici (ogni 5″) di 2000 u.; in *Na* si fa circolare soluzione isotonica di NaCl: in *K* si sostituisce ad essa la soluzione di KCl; tosto avviene la contrazione spontanea con perdita totale dell' eccitabilità. Si fa di nuovo circolare soluzione di NaCl, ma l' ineccitabilità persiste anche per stimoli straordinariamente intensi (10.000 u.). Però sotto l' azione di questi a poco a poco l' eccitabilità della fibra muscolare ricompare e si manifesta un bellissimo esempio del fenomeno della *scala*.

Ho più volte osservato che per mezzo di stimoli molto forti accompagnati o preceduti da circolazione con soluzione di cloruro sodico in un muscolo reso ineccitabile da *KCl* (in soluzione isotonica o meno concentrata) si possono ottenere delle scale ascendenti molto regolari, che stanno ad indicare un processo di reintegrazione dell' eccitabilità in dipendenza del lavoro di contrazione. Così nel Tr. 10 dopo un periodo notevole di ineccitabilità lo stimolo minimale è di 5000 unità e questo dà luogo ad una serie rapidamente ascendente, che si ripete subito dopo per uno stimolo di 1000 *U*. Un fatto identico si può osservare dopo la prima contrazione del Tr. 11. Un altro caso anche più tipico è quello rappresentato dal Tr. 12, in cui abbiamo la contrazione da *K* provocata dalla soluzione isotonica, a cui fa seguito l' ineccitabilità del muscolo; mentre si fa circolare soluzione di *NaCl*, dopo un minuto si fanno arrivare stimoli molto forti (10.000 *U*), i quali determinano una bellissima scala.

2. Facendo circolare una miscela costituita da $^1/_5$ di soluzione isotonica di *KCl* e $^4/_5$ di soluzione di *NaCl*, sempre sotto l' azione degli stimoli ritmici, si ha pure una contrazione, che per forma ripete quella ottenuta con la sola soluzione isotonica. In questo caso però il muscolo durante la contrazione non perde ma anzi aumenta la propria eccitabilità, come dimostra l' ampiezza molto maggiore delle singole scosse, specialmente durante la fase di discesa della curva da *K*, come può vedersi bene nel Tr. 13 in cui l' aumento dell' eccitabilità è spiccatissimo. Tale soluzione a $^1/_5$ però avvelena prontamente il muscolo, onde se noi vogliamo vedere conservata l' esaltata eccitabilità, dobbiamo rapidamente lavare i vasi con soluzione di *NaCl* mentre il muscolo percorre la fase discendente della curva da *K*; altrimenti l' eccitabilità del muscolo va progressivamente e rapidamente diminuendo.

Con la soluzione ad $^1/_5$ di *KCl* la curva può riprodursi facilmente 4 e 5 volte, purchè fra l' una e l' altra si pratichi la lavatura con *NaCl* e si continui l' eccitamento del muscolo.

3. La soluzione di *KCl* a $^1/_{10}$ (1 vol. soluzione isotonica *KCl* + 9 vol. id. id. *NaCl*)

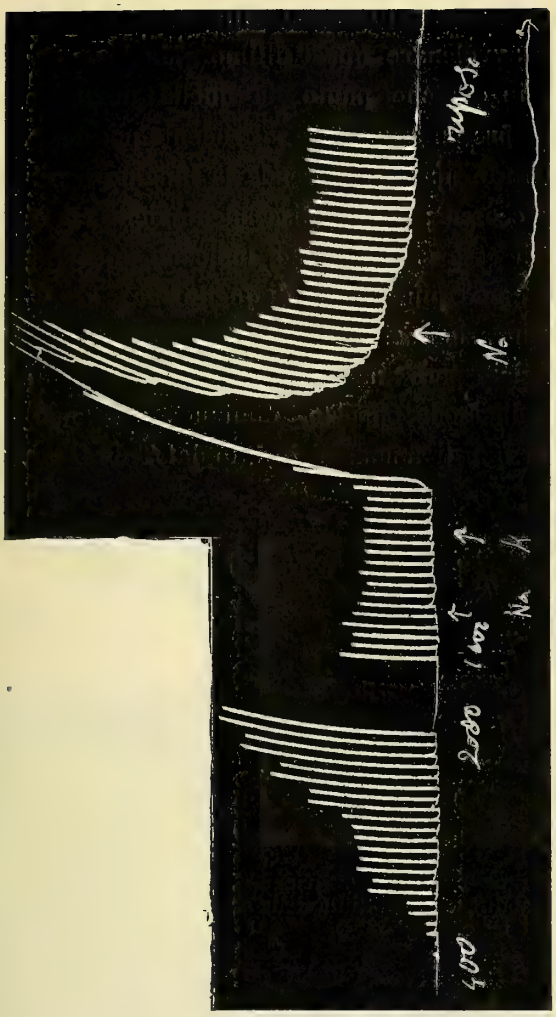


Fig. 1.

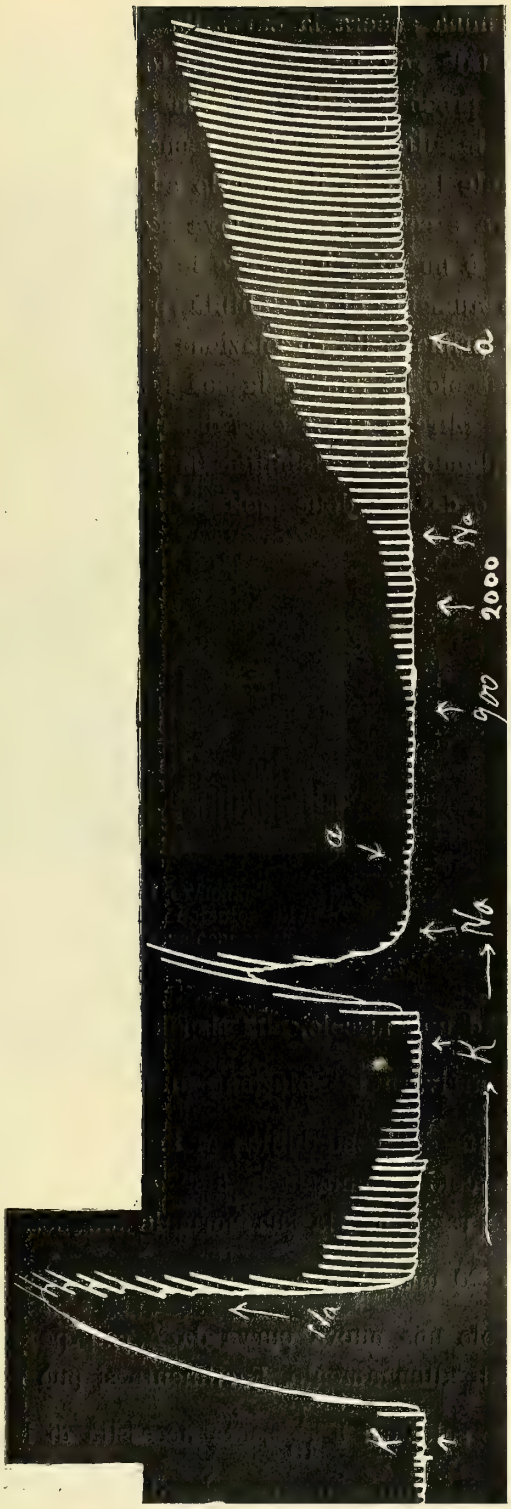


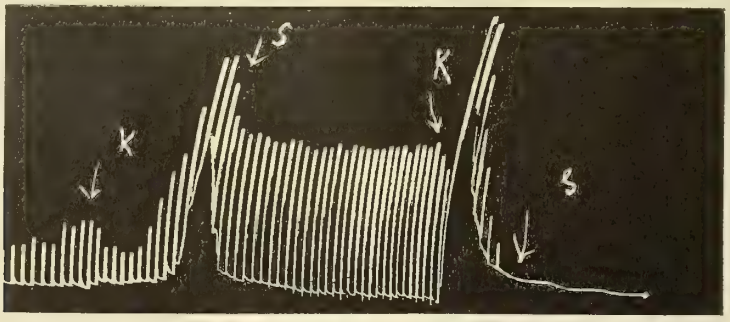
Fig. 2.

Tracciato 13. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione a $^1/_5$ di KCl. (sol. isot. KCl $^1/_5$ + sol. isot. NaCl. $^4/_5$) sulla fibra muscolare.

Fig. 1. Determinata la curva di eccitabilità (*soglia* = 400 u.; stimolo *massimale* = 2000 u.) si eccita ogni 5″ il muscolo con stimoli di 1000 u. facendo circolare pei vasi prima (*Na*) la soluzione di NaCl, poi (*K*) la soluzione a $^1{}_5$ di KCl; subito dopo di questa si ha una energica contrazione spontanea, sulla quale però si sovrappongono le contrazioni dovute agli stimoli ritmici; nella fase discendente della curva queste acquistano altezza sempre maggiore e dimostrano un evidente aumento di eccitabilità. Si lava (*Na*) con soluzione di NaCl e si lascia il muscolo in riposo per qualche minuto per ripetere sullo stesso l' esperienza.

Fig. 2. Nella prova successiva si adoprano stimoli più prossimi alla soglia (700 u.) per mettere meglio in evidenza i cangiamenti di eccitabilità. In *K* e in *Na* si fanno circolare le dette soluzioni a $^1{}_5$ di KCl, e isotonica di NaCl; in *a* si sospende la circolazione. Alla prima circolazione del KCl si ottiene una grande contrazione spontanea, simile a quella iniziale (Fig. 1) con aumento molto evidente dell' eccitabilità tanto all'inizio della curva quanto nella fase discendente e dopo di essa. A poco a poco l' eccitabilità ritorna al grado di prima. Allora una nuova circolazione di KCl. provoca una terza contrazione spontanea meno elevata, ma con uno spiccato aumento dell'eccitabilità (contrazioni molto alte ad ogni stimolo elettrico), la quale però altrettanto presto si dilegua. Con stimoli più intensi (900 u. e 2000 u.) l'eccitabilità si rialza gradatamente con una bella curva a *scala*

determina ancora la curva da *K* ed aumenta in modo spiccato l'eccitabilità del muscolo; però tale soluzione è ancora tossica e finisce per avvelenare quest'ultimo. Ma la curva da *K* prodotta dalla soluzione a $^1/_{10}$ differisce già in qualche punto da quella dovuta a tutte le altre soluzioni più concentrate, poichè essa presenta una fase ascendente più lenta, durante la quale il muscolo ad ogni stimolo si contrae ma non riprende la lunghezza primitiva e così ad ogni nuova scossa il muscolo si accorcia; la fase discendente della curva da *K* è un po' più lenta e le contrazioni, che su di essa si succedono, indicano un manifesto aumento di eccitabilità, perchè sono di gran lunga più elevate di quelle che si osservano prima della circolazione di *K*. Queste alte contrazioni si mantengono anche quando il muscolo ha ripreso la sua lunghezza normale. Esiste però anche per questa soluzione un limite oltre il quale essa diventa tossica ed agisce in modo opposto, diminuendo o anche annullando la eccitabilità. Un bellissimo esempio di questi fenomeni è dato dal Tr. 14, che riporto da una delle molte esperienze eseguite.



Tracciato 14. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione di KCl a $^1/_{10}$ sulla eccitabilità e contrattilità della fibra muscolare. (Vedi le spiegazioni nel testo, pag. 380).

Ad un muscolo, che risponde allo stimolo di 2000 *U* con piccole contrazioni di 6-8 mm., si fa arrivare la soluzione di *KCl* a $\frac{1}{10}$. Dopo poco compare la contrazione da *K* con aumento dell'eccitabilità; al termine dell'ascesa della curva si arresta la circolazione, ed il muscolo incomincia la fase di discesa con uno spiccatissimo aumento della eccitabilità, finchè raggiunta la sua normale lunghezza compie una trentina di singole contrazioni alte circa 20 mm. A questo punto si riprende la circolazione col *KCl* a $\frac{1}{10}$ che determina nel muscolo una nuova curva da *K* con perdita completa della eccitabilità al termine della fase di allungamento. Facilmente si può osservare questo ripetersi della contrazione da *K* per le soluzioni a $\frac{1}{10}$ senza necessità di interporre la lavatura con soluzione di *Na Cl*; tuttavia di solito si osserva che dopo due o tre volte che il fenomeno si è ripetuto, il muscolo risponde solo con un aumento della eccitabilità e dell'altezza delle contrazioni e non più con la curva da *K*; raramente invece questo si può verificare ad una prima circolazione con *KCl* al $\frac{1}{10}$. Un esempio caratteristico è dato dal Tr. 14 bis.

4. Le soluzioni di *KCl* a $\frac{1}{20}$ aumentano la eccitabilità della fibra muscolare senza riescire immediatamente tossiche, onde la circolazione con queste soluzioni può anche protrarsi a lungo senza produrre danni all'elemento funzionante. Non sempre si ha la così detta

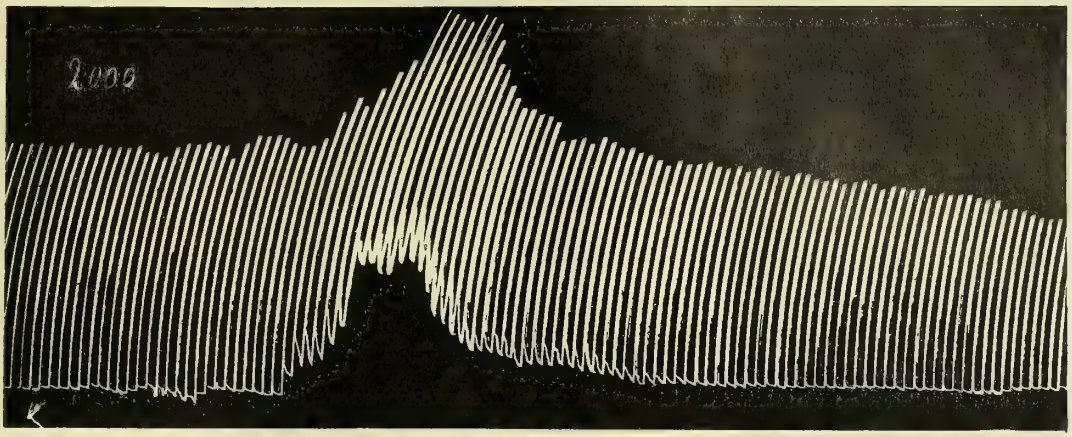


Fig. 1.

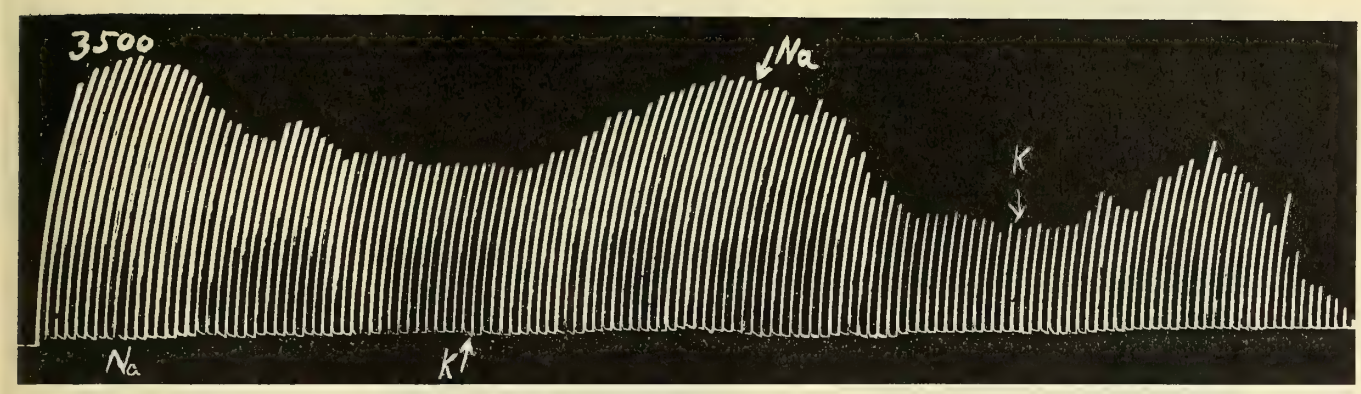


Fig. 2.

Tracciato 14bis. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione di KCl a $^1/_{10}$ sulla fibra muscolare.

Fig. 1. Eccitamento ritmico (ogni 5″) del muscolo con stimoli massimali (2000 u.); in *K* si fa circolare la soluzione di KCl a $^1/_{10}$, e poco dopo si verifica la contrazione da potassio senza che le singole contrazioni da stimolo elettrico si modifichino nell' altezza.

Fig. 2. Sullo stesso muscolo, dopo qualche minuto di riposo, si ripete l' esperienza precedente a due riprese (*K*, *K*) intercalando però la lavatura dei vasi con soluzione isotonica di NaCl (Na, Na). Si usano stimoli di 3500 u., ogni 5″. Ad ogni circolazione della soluzione potassica si ottiene un cospicuo aumento dell' altezza delle singole contrazioni senza che si manifesti la contrazione tonica da potassio come nella Fig. 1.

curva o contrazione da *K*; le pochissime volte che l'ho osservata, si trattava di muscoli molto freschi ed eccitabili; e quando compare essa è analoga a quella che si verifica per la soluzione di *KCl* a $\frac{1}{10}$ e che ho già descritta. Durante questa fase ad ogni contrazione provocata dagli stimoli elettrici il muscolo non si allunga totalmente e perciò subisce un accorciamento che va aumentando lentamente nelle contrazioni successive fino ad un mas-

Tracciato 15. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione di KCl a $^1/_{20}$ (1 p. sol. is. KCl + 19 p. sol. is. NaCl) sulla fibra muscolare. Eccitamento ritmico (ogni 5″) con stimoli di 1000 u. (*submassimali*). In *K* si fa circolare la detta soluzione di KCl; in *S.* si sospende la circolazione. Velocità maggiore del cilindro (mm. 25 al 1′) (Vedi spiegazioni nel testo, pag. 383).

Tr. 16. – Fig. 1.

Tracciato 16 — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione di KCl a $^1/_{20}$ sulla fibra muscolare.

Fig. 1. Determinata la curva di eccitabilità (*soglia* — 500 u., stimolo *massimale* 2000 u.), si eccita ritmicamente (ogni 5″) il muscolo con stimoli submassimali (1500 u.) In *Na* si fa circolare la soluzione isotonica di NaCl, poi in *K* si fa circolare quella di KCl a $^1/_{20}$. Si ottiene una bella contrazione tonica da potassio, durante la quale aumenta notevolmente l'eccitabilità del muscolo, e questo aumento persiste anche dopo, fino a che non si faccia circolare di nuovo (*Na*) la soluzione di NaCl

Fig. 2. Sullo stesso muscolo si ripete l'esperienza con stimoli ritmici di 2000 u. In *Na* si fa circolare la soluzione di NaCl; in *K* si fa circolare la soluzione di KCl a $^1/_{20}$, che non dà origine ad alcuna contrazione tonica, ma determina un evidentissimo aumento dell'eccitabilità della fibra muscolare

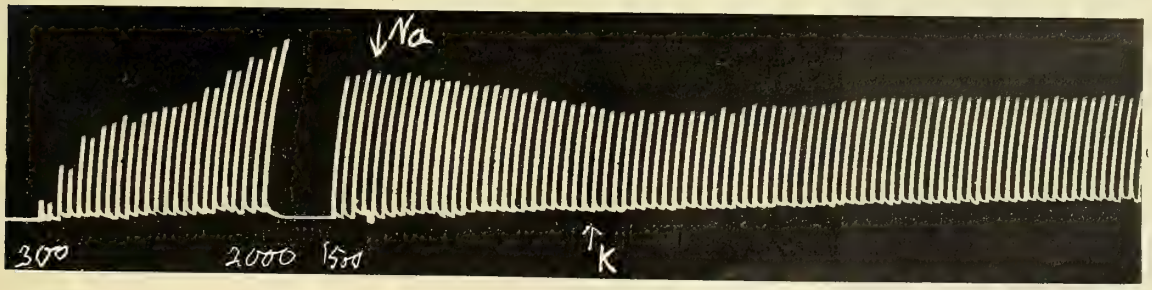
Tr. 16. – Fig. 2. (v. spiegazione pag. 382).

simo, dopo del quale ritorna gradatamente alla lunghezza primitiva; questi accorciamenti e successivi allungamenti sommandosi vengono a formare una lunga e lenta curva che potrebbe definirsi come un aumento transitorio del tono muscolare durante la prima fase di azione del *KCl* a $\frac{1}{20}$. Il *Tr. 15*, ottenuto in queste condizioni e con velocità un po' maggiore del cilindro rende bene visibili i descritti particolari. Anche il *Tr. 16*, ottenuto pure con la circolazione di soluzione di *KCl* a $\frac{1}{20'}$ è molto dimostrativo perchè, oltre alla curva tonica descritta, mostra la influenza eccitomotrice del *K* a tale concentrazione senza che si rivelino fenomeni di intossicazione; infatti si ha una serie di 65-70 contrazioni di altezza 5-6 volte maggiore di quella iniziale.

Quindi carattere precipuo di questa concentrazione di potassio è quello di determinare aumento di eccitabilità e contrattilità della fibra muscolare con o senza curva tonica e senza effetti tossici.

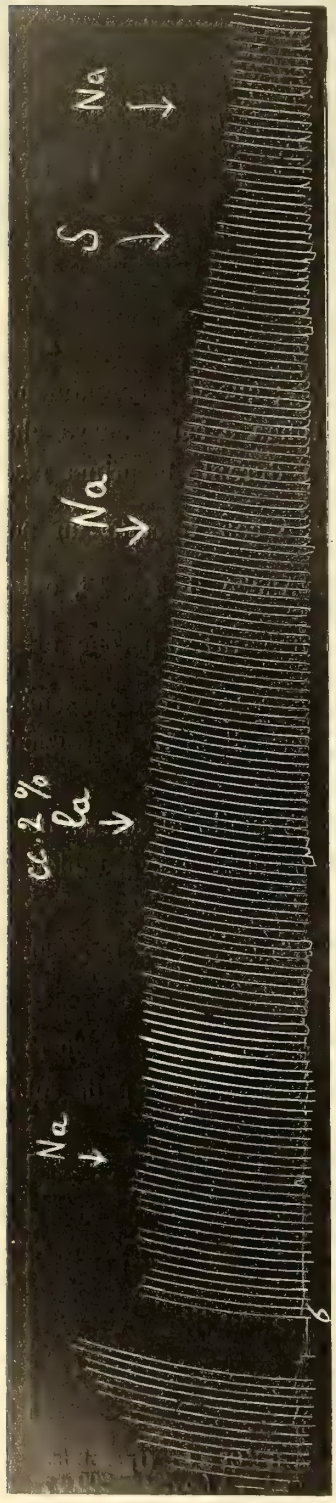
5. Le soluzioni anche meno concentrate $\left(\text{es.: a } \frac{1}{40}\right)$ non manifestano che lievissime influenze sulla eccitabilità, che esse tendono ad aumentare.

Riassumendo mi pare risulti evidente che nel *K*-jone devono considerarsi due proprietà ben distinte, le quali non si presentano nello stesso tempo e nello stesso grado nelle solu-



Tracciato 17. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione di KCl a $^1/_{40}$ (1p. sol. is. KCl + 39 p. sol. is. NaCl) sulla fibra muscolare. Si determina prima la curva di eccitabilità (*soglia* = 300 u., stimolo *massimale* = 2000 u.), poi si eccita ritmicamente il muscolo con stimoli *submassimali* (1500 u.) facendo circolare prima la soluzione isotonica di NaCl (*Na*), poi quella KCl a $^1/_{40}$ (*K*). (Vedi testo).

zioni a diversa concentrazione di *KCl* ma progrediscono secondo opposte direzioni, in quanto mentre l'una aumenta l'altra decresce, e viceversa: voglio dire la tossicità e la proprietà di aumentare la eccitabilità e la contrattilità della fibra muscolare. Forse l'uno e l'altro effetto non sono che due stadi di uno stesso processo, che si svolge fra il *K*-ione ed il protoplasma della fibra muscolare, processo reversibile e quindi dipendente dalla concentrazione dal *K*-ione presente nella soluzione che bagna la fibra muscolare. Considerando così le cose (pur senza conoscere la natura di questo processo) si potrebbe spiegare anche la genesi della contrazione da *K* del muscolo in riposo, che si presenta specialmente per le concentrazioni elevate in cui si manifestano essenzialmente le sole proprietà tossiche del *K*; infatti questa contrazione si produce come primo effetto immediato dell'azione del *KCl* a cui fa seguito tosto la scomparsa della eccitabilità del muscolo; e poichè l'aumento *della concentrazione dei K-ioni agenti sulla fibra*, nel passare dalla misura fisiologica (ad es.: quella del plasma intorno alle fibre muscolari) a quella della soluzione (ad es. isotonica) che arriva al muscolo, non possiamo concepirlo se non come un processo graduale e progressivo per quanto rapido, mi pare agevole pensare che vi possa essere un istante in cui l'aumento de' *K*-ioni esaltando rapidissimamente l' eccitabilità dell' elemento contrattile provochi la contrazione idiomuscolare. In tale ipotesi credo che, aumentando molto lentamente la concentrazione del *K* nella soluzione che bagna il muscolo, si potrebbe raggiungere la fase paralizzante dell' azione di questo jone, senza provocare la contrazione spontanea della fibra.



Tracciato 18. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione di $CaCl_2$ a 0,268 p. 1000 (2p. sol is. $CaCl_2$ + 98 p. sol. is. NaCl) sulla eccitabilità e contrattilità della fibra muscolare. Eccitamento ritmico (ogni 5") del muscolo con stimoli *submassimali* (600 u). In *Na* si fa circolare la soluzione isotonica di NaCl, in *Ca* si fa circolare la detta soluzione di $CaCl_2$; in S si sospende la circolazione pei vasi.

Calcio. Ricerche dirette sull' influenza del calcio sul muscolo *curarizzato* non credo esistano.

Nelle seguenti esperienze con la circolazione artificiale mi sono servito di soluzioni isotoniche di *NaCl* a cui ho aggiunto *volumi diversi* di soluzione isotonica di $CaCl_2$.

1. Facendo circolare attraverso al muscolo soluzioni alquanto diluite di $CaCl_2$ ed eccitando ritmicamente il muscolo stesso con stimoli massimali e submassimali non si ottengono apprezzabili modificazioni dell' attività musco-

lare in quanto l'altezza di contrazione diminuisce di quantità assai piccole e la forma della contrazione non si modifica affatto

Il *Tr. 18* mostra appunto una di tali esperienze con soluzione contenente 2 vol. % di soluzione $CaCl_2$ isotonica (corrispondente a gr. 0,268 p. 1000); mentre il muscolo viene eccitato con stimoli submassimali (600 unità ogni 5″) si fa circolare la soluzione; l'altezza della curva di contrazione è scesa da 22 mm. a mm. 16 in quasi 4′.

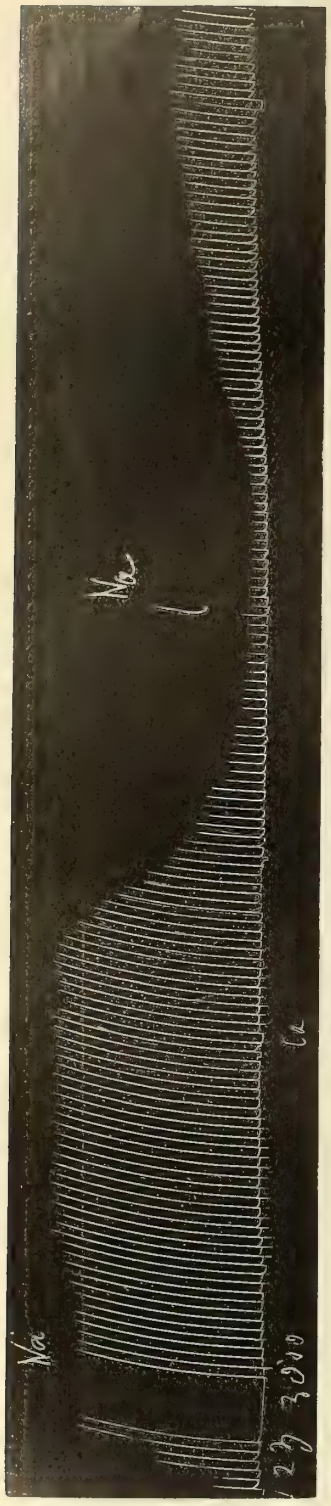
Anche soluzioni un po' più ricche di *Ca* non manifestano effetti apprezzabili, pure determinando un certo abbassamento dell'altezza della curva.

Il *Tr. 19* è stato ottenuto facendo circolare una soluzione contenente 10 vol. % di soluzione isotonica di $CaCl_2$ (corrispondente a gr. 1,34 p. 1000) e inviando al muscolo stimoli massimali (2000 *U.*). Anche in questo caso non si ha che una lieve diminuzione dell'altezza senz'alcuna modificazione della forma della curva; facendo circolare successivamente soluzione pura di *NaCl* l'altezza della curva non si modifica; essa si ripristina però facendo circolare siero di coniglio allungato con soluzione fisiologica.

2. Per verificare un effetto apprezzabile sulla eccitabilità della fibra muscolare bisogna ricorrere direttamente alla soluzione isotonica di $CaCl_2$. Come mostra il Tr. 20, anche con stimoli massimali la soluzione di $CaCl_2$ determina un rapido abbassamento delle contrazioni fino anche a completa ineccitabilità. La lavatura successiva con soluzione isotonica di *NaCl* toglie solo in parte e assai lentamente gli effetti dell'eccesso del *Ca*. È importante anche qui rilevare che mancano sia ogni alterazione di forma della contrazione sia ogni accenno di contrattura. Di ciò ho potuto anche accertarmi raccogliendo i tracciati delle singole curve a velocità maggiore del cilindro fino ad esaurimento completo della contrattilità.

È bene qui richiamare quanto ho accennato (v. pag. 369) a proposito della influenza del *Ca* sulla forma di contrazione del muscolo provvisto della sua innervazione. Da molti autori, incominciando da Brunton e Cash, è stato da tempo notato che i sali di *Ca* aumentano la durata della contrazione muscolare e prolungano la fase di allungamento, presentando sotto questo riguardo un'azione contraria a quella dei sali di *K*.

Tracciato 19. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione di $CaCl_2$ a 1,34 p. 1000 (10 p. sol. is. $CaCl_2$ + 90 p. sol. is. NaCl) sulla fibra muscolare. Eccitamento ritmico del muscolo (ogni 5′) con stimoli di 3000 u.; in *Ca* si fa circolare la detta soluzione di $CaCl_2$, poi in *Na* si fa circolare da prima sol. is. di NaCl pura e quindi mescolata con siero di coniglio.



Tracciato 20. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione isotonica di $CaCl_2$ sulla fibra muscolare. Eccitamento ritmico (ogni 5″) del muscolo con stimoli di 3000 u.: in *Na* circola sol. is. di NaCl, in *Ca* circola la sol. is. di $CaCl_2$. (Vedi testo).

Tracciato 21. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione sulla fibra muscolare dei reattivi decalcificanti: Soluzione isotonica di *ossalato di sodio*. Eccitamento ritmico (ogni 5″) del muscolo con stimoli di 2000 u. In *oss.* si fa circolare la sol. is. di ossalato: in *Na* si lavano i vasi con sol. is. di NaCl.

Tracciato 22. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione della soluzione isotonica di ossalato di sodio sul muscolo ritmicamente (ogni 5″) eccitato. Velocità maggiore del cilindro (mm. 60 al 1′). Contrattura, modificazione della fase espansoria delle singole contrazioni, infine perdita della eccitabilità.

Ora non è chi non veda come da queste mie osservazioni sperimentali risulterebbe provato che tale proprietà del calcio non è effetto di una azione diretta sulla fibra muscolare ma piuttosto sull'elemento nervoso del muscolo o sopra processi dell'attività muscolari, che stanno sotto la dipendenza assoluta di questi elementi nervosi.

Azione dei reattivi decalcificanti. Gli effetti dovuti ad un difetto del *Ca* nella fibra muscolare non si possono studiare con la semplice lavatura del tessuto con la pura soluzione di *Na Cl*, come avviene invece per le terminazioni nervose motrici del muscolo stesso. Perciò, a questo scopo, ho voluto sperimentare sul muscolo curarizzato l'azione di quei

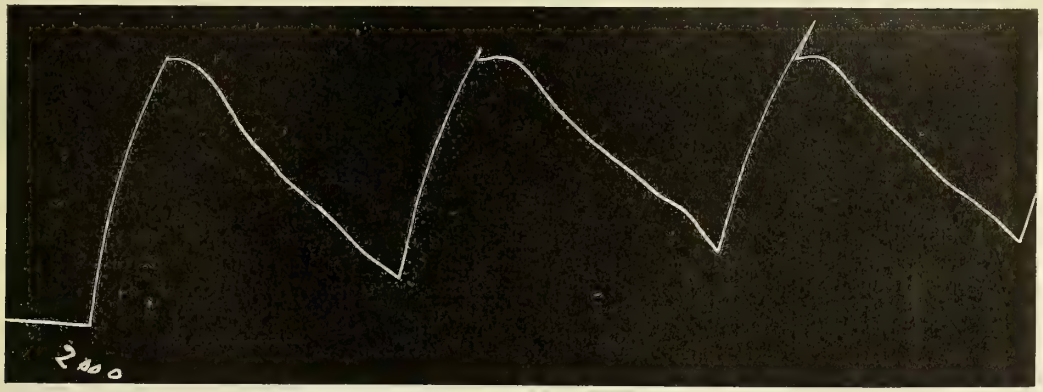


Fig. 1.

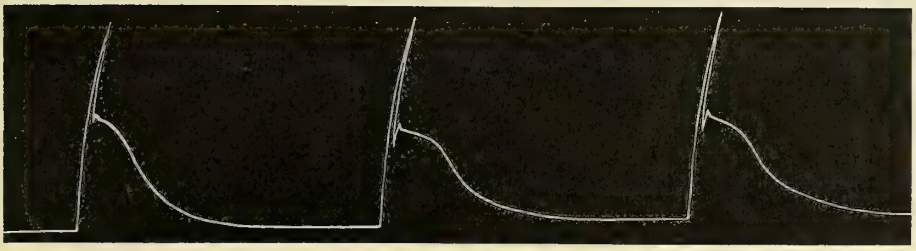


Fig. 2.

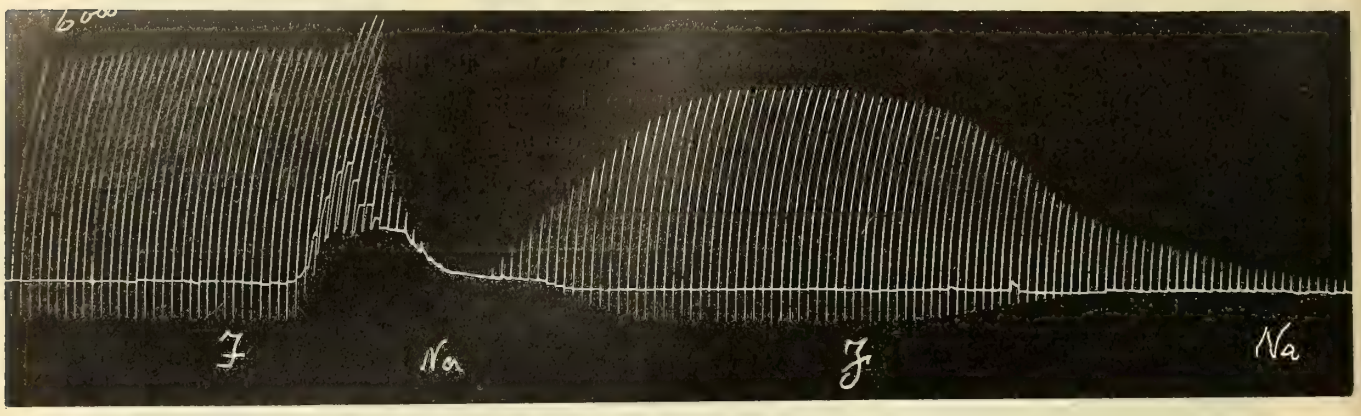
Tracciato 23. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Curve di contrazione del muscolo sotto l'azione dell'ossalato di sodio (sol. is.) ed eccitato ogni 5″ con stimoli di 2000 u.

Fig. 1. Curve iniziali.
Fig. 2. Curve terminali.
Velocità del cilindro = mm. 500 al 1′.

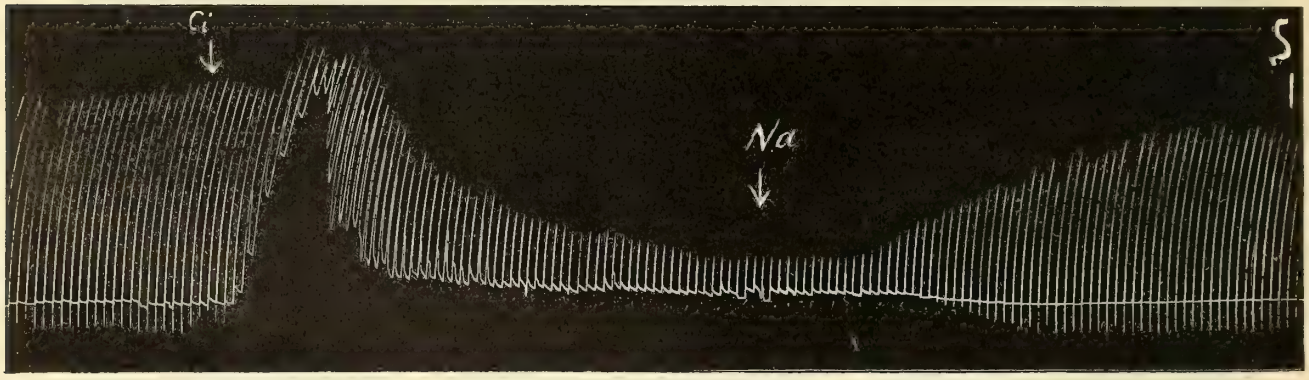
sali, che formando col calcio delle combinazioni assai poco dissociate (solubili o insolubili) fissano il *Ca*-ione del tessuto muscolare. Ho adoperato l'ossalato, il fluoruro ed il citrato (tri-)sodico.

L'azione dell'ossalato sodico nella proporzione di 1-10-15 cc. di soluzione isotonica % non è molto notevole sul muscolo curarizzato. Se invece si fa circolare la soluzione isotonica di ossalato di sodio e si stimola il muscolo con correnti massimali (2000 *U.* vedi Tr. 21 e 22) appena la soluzione arriva alla fibra muscolare si ha una forte contrattura

con grande modificazione della forma della contrazione: la fase discendente è molto prolungata ed acquista l'aspetto caratteristico dovuto all'avvelenamento per veratrina (v. Tr. 23). La eccitabilità e la contrattilità diminuiscono progressivamente finchè si spengono. Spesso



Tracciato 24. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione sulla fibra muscolare dei reattivi decalcificanti: Soluzione *isotonica di NaF*. Eccitamento ritmico (ogni 5″) del muscolo con stimoli massimali (6000 u.). In *F* si fa circolare la soluzione del fluoruro di sodio, che determina tosto contrattura e perdita dell' eccitabilità. A questo punto la circolazione con sol. is. di NaCl (*Na*) fa riapparire l' eccitabilità e la contrattilità normale della fibra muscolare. Una nuova circolazione di fluoruro fa sparire l' eccitabilità senza dare luogo a contrattura.



Tracciato 25. — Gastrocnemio di rana *curarizzata*. Azione sulla fibra muscolare dei reattivi decalcificanti: soluzione *isotonica* di *citrato trisodico*. Eccitamento ritmico (ogni 5″) del muscolo con stimoli massimali (4000 u.); in *Ci* si fa circolare la soluzione di citrato trisodico: contrattura con fibrillazioni, e diminuzione progressiva dell' eccitabilità. Lavando con sol. is. di NaCl (*Na*) si ripristinano le condizioni di eccitabilità e contrattilità primitiva della fibra muscolare.

non mancano fibrillazioni. La immediata e susseguente lavatura con soluzione di *Na Cl* ristabilisce più o meno rapidamente la eccitabilità del muscolo.

Non dissimili sono gli effetti delle soluzioni isotoniche di *Na F* e di citrato trisodico; il primo apparisce di azione più rapida ed energica dell'ossalato, il secondo al contrario ha un'azione più blanda di questo. Ma come risulta evidente dai Tr. 24 e 25 la loro azione sulla fibra muscolare striata è fondamentalmente identica. Questa identità di azione in sali così differenti dimostra evidentemente che tutti agiscono in quanto fissano il *Ca*-ione della fibra muscolare.

Come si vede da questi risultati, è certo che il *Ca* possiede nei processi funzionali della stessa fibra muscolare un ufficio importantissimo ed essenziale; ma da queste poche ricerche, che hanno quasi ancora un carattere preliminare, non è lecito trarre, per ora, se non lo stimolo e l'ispirazione ad ulteriori studi.

Considerazioni finali.

In queste ricerche, che vorrei ben più complete, mi è stato di guida il pensiero, che solo una analisi precisa dei fatti riguardanti le funzioni dei costituenti minerali dei protoplasmi potrà avvicinarci alla interpretazione veramente scientifica di queste funzioni.

Ed in tale intento mi sono messo per la via già da qualche autore tracciata cercando, tra l'altro, di sceverare possibilmente ciò che nel muscolo è funzione della fibra contrattile e ciò che spetta all'elemento nervoso del muscolo stesso.

Alcuni dati possono essere riassunti. Così noi vediamo che l'elemento nervoso è molto meno resistente alle variazioni dell'ambiente minerale e risente molto di più il difetto o la mancanza di alcuno dei cationi fisiologici.

La fibra muscolare è molto meno sensibile alle modificazioni dell'ambiente minerale sia per le sue proprietà osmotiche e di permeabilità, sia per le notevoli riserve di componenti inorganici che essa possiede. Ecco perchè la fibra muscolare non reagisce alle piccole modificazioni della soluzione con la quale viene in contatto se non con cangiamenti funzionali che sfuggono spesso ad una ricerca superficiale. Mentre il *Na* non ha probabilmente che influenze più o meno indirette, il *K* e il *Ca* sono invece due elementi strettamente collegati alle funzioni di eccitabilità e di contrattilità della fibra muscolare. Ma mentre il primo manifesta le sue azioni più profonde quando venga ad aumentare nella soluzione circolante, il *Ca* al contrario dà sentore della sua grande importanza quando con mezzi speciali (agenti decalcificanti) venga sottratto al muscolo stesso.

Fra i fatti degni d'essere rilevati come risultato delle presenti ricerche credo conveniente ricordare sopratutto i seguenti:

1°) L'antagonismo di azione che il *Ca* e il *K* esercitano sui muscoli scheletrici è da riferirsi in massima parte all'elemento nervoso di questi.

2°) Il potassio, nei limiti fisiologici con che viene a trovarsi nel tessuto muscolare, ha piuttosto funzione stimolante che depressiva poichè aumenta l'eccitabilità e la contrattilità della fibra muscolare.

Istituto di Fisiologia della R. Università di Bologna
diretto dal prof. P. Albertoni

SULL' ETEROMORFISMO DELLE FOGLIE DELL'*ABIES ALBA* E DELLA *PICEA EXCELSA*, CONSIDERATO PRINCIPALMENTE SOTTO IL PUNTO DI VISTA BIOLOGICO.

NOTA

DEL

Prof. FAUSTO MORINI

letta nella Sessione dell' 11 Maggio 1914.

La foglia è un organo eminentemente variabile, capace dei più svariati e mirabili adattamenti, specialmente in ordine alla luce, per cui essa può assumere diversissimi caratteri di forma, di posizione (migliore orientamento alla luce) e di interna struttura.

I detti adattamenti sono compresi fra questi due estremi lontanissimi fra loro:

a) foglie a lembo orrizontale il cui clorenchima presentasi bifacciale,

b) foglie aventi tali caratteri di forma ed anche di posizione, per cui risentono uniformemente l'azione della luce nell' intera loro superficie ed il clorenchima mostrasi in conseguenza omogeneo e quindi non differenziato.

Un caso importante di eterofillia fin quì poco studiato, massime sotto il punto di vista biologico, [se ne trova qualche accenno specialmente nella classica opera dell'Ascherson e del Graebner (1)], è quello che si osserva negli Abeti. Ho avuto opportunità di studiare questo fenomeno con qualche estensione in due specie: nell' *Abies alba* (Abete bianco) e nella *Picea excelsa* (Abete rosso).

Ora, mentre in un prossimo lavoro ci riserviamo esporre uno studio dettagliato in proposito, la presente Nota considera soltanto i principali caratteri anatomici delle due forme tipiche di foglie che si riscontrano nelle due specie menzionate di Abeti, con un breve cenno sopra alcune considerazioni biologiche che si possono istituire sulla detta eterofillìa.

I.

Abies alba Mill. (*A. pectinata* DC.)

(Fig. 1ª e 2ª — × 35)

In questa specie, come anche nella Picea excelsa, distinguiamo due forme di foglie: 1°. quelle ordinarie, più giovani, le quali veramente costituiscono per la loro immensamente

(1) P. Ascherson u. P. Graebner — Synopsis d. mitteleuropäischen Flora — I Band: Gymnospermae, pag. 190-199..

superiore importanza numerica, il fogliame della pianta: 2°. le foglie più vecchie, le quali persistono sull'asse primario.

Foglie rameali ordinarie. — (Fig. 1ª). Queste foglie in confronto a quelle più vecchie dell'asse primario, presentano una differente conformazione e dimensione ed il lembo è più sottile; la Fig. 1ª rappresenta appunto una sezione trasversa della foglia condotta circa alla metà della lunghezza di questa. Uno sguardo comparativo anche alla Figura 2ª (che mostra invece una sez. trasversa di una foglia della regione superiore dell'asse primario) contribuisce alla dimostrazione di tale differenza.

Fig. 1ª

Passando alla generale caratteristica anatomica, sotto l'epidermide riscontrasi una stratificazione di fibre sclerenchimatiche, interrotta nella pagina inferiore in corrispondenza agli stomi. Un clorenchima a palizzata bene sviluppato osservasi in rapporto alla pagina superiore, e si estende fino ad occupare i margini fogliari. Nella pagina inferiore a breve distanza dai bordi della foglia, notansi due canali resiniferi uno per parte. Nella regione centrale della foglia, tutt'attorno alla stela ed anche in corrispondenza alla pagina inferiore, le cellule del restante clorenchima diventano più brevi di quelle del palizzata, con tendenza alla conformazione isodiametrica; sono disposte senz'ordine e meno ricche di cloroplasti.

Foglie dell'asse primario. — (Fig. 2ª). A parte la molto minor lunghezza di queste foglie e la presenza di un mucrone alla loro sommità, massime nella regione superiore dell'asse primario, queste anzitutto presentano in corrispondenza alla loro linea mediana longitudinale, una grossezza più eccentuata che nella precedente categoria di foglie, nella proporzione circa di 3 a 2. La faccia superiore, alquanto appiattita nel mezzo, è in generale manifestamente convessa. Il carattere anatomico più saliente è che il tessuto a palizzata conserva press'a poco la stessa entità, il medesimo grado di sviluppo che nelle foglie della prima forma più sopra descritta, per cui risulta costituito da due piani od al massimo talora di tre; non solo, ma lo spugnoso presenta uno sviluppo molto maggiore, per cui vèramente costituisce la maggior parte del clorenchima. Anzi, mentre nella forma fogliare precedente il palizzata giunge quasi a contatto col cilindro centrale, qui invece lo spugnoso già si presenta notevolmente sviluppato fra la stela e la faccia interna del palizzata.

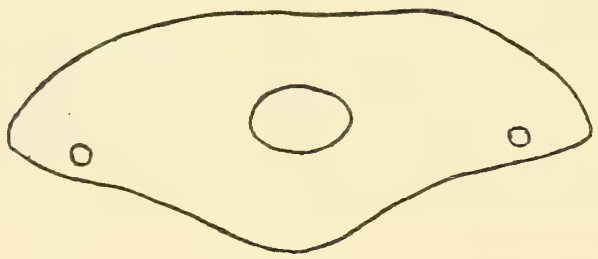


Fig. 2ª

II.

Picea excelsa Lk. (1)

(Fig. 3ª e 4ª — × 60)

Questa interessante essenza forestale distinguesi per una notevole tendenza alla variazione in molteplici forme.

Foglie rameali. — In queste foglie di cui la Fig. 3ª rappresenta la sez. trasversa, il clorenchima presentasi press'a poco omogeneo in tutto il contorno della foglia fino al cilindro centrale, eccezion fatta delle cellule dello strato periferico le quali si mostrano alquanto più allungate. Più si procede verso l'interno, le cellule, diventano alquanto più voluminose ed i cloroplasti vanno diminuendo di numero. Il cilindro centrale ad endoderma benissimo differenziato, presenta le caratteristiche istologiche studiate dal Daguillon (2).

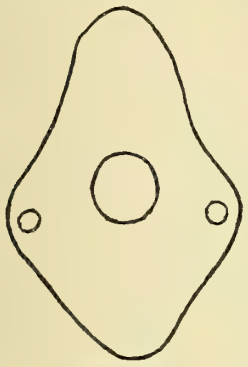


Fig. 3ª

Foglie dell'asse primario. — Il tipo morfologico di queste foglie, come può desumersi dalla sez. trasversa (Fig. 4ª) presentasi invece tetragono con tendenza delle faccie a divenire più o meno regolarmente convesse. Anche qui il carattere anatomico del clorenchima presentasi come nella forma precedente di foglie, cioè è omogeneo; notasi però una notevole prevalenza nella dimensione delle cellule verdi situate più internamente.

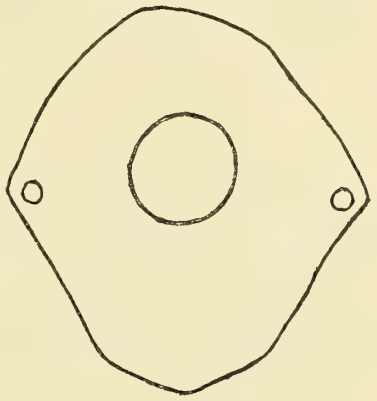


Fig. 4ª

III.

Riassumendo, nelle due specie ora studiate, abbiamo un notevole grado di dimorfismo fogliare per cui dobbiamo distinguere in ciascuna di esse due estremi di forme: 1° le foglie più giovani, cioè quelle delle diramazioni laterali e quelle più vecchie che stanno più o meno divaricate sull'asse primario.

Nella 1ª forma di foglie dell'*A. alba* si ha l'evidente differenziazione di tessuto a palizzata nella pagina superiore e di spugnoso nell'inferiore, il che è in manifesta correlazione colla forma e posizione delle foglie in ordine alla luce. Invece nella *P. excelsa* le foglie per la loro orientazione e forma potendo risentire l'azione della luce in tutto il loro contorno, è andata in esse scomparendo la duplice differenziazione del tessuto verde, il quale è così ridotto a solo clorenchima omogeneo.

---

(1) P. Ascherson u. Graebner — l. c. pag. 196.

(2) A. Daguillon — Récherches morphologiques sur les feuilles des Conifères (Revue gén. de Bot., Tome II, 1890.

Ritornando ora all' *Abete bianco*, il preponderante sviluppo dello spugnoso notato nelle foglie dell'asse primario, è in relazione colla caratteristica conformazione che hanno dovuto assumere queste foglie e colle differenti esigenze delle due forme di clorenchima di fronte alla luce. Per contro, nell' *Abete rosso* la caratteristica delle foglie dell'asse primario, massime di quelle persistenti da più lungo tempo, presenta anche più spiccato che nelle foglie rameali, il tipo fogliare che si è adattato a risentire uniformemente l'azione della luce, tanto per la conformazione che è tetragona a faccie più o meno convesse, che pel clorenchima omogeneo.

Ma il breve studio precedente ci conduce ad alcune considerazioni biologiche relative alle condizioni generali di vita dei due Abeti suddetti. Il dimorfismo fogliare notato in questi è diretto ad una migliore utilizzazione della luce nelle diverse e speciali condizioni in cui ciascuna forma di foglia si trova.

L'Abete bianco è una pianta essenzialmente forestale dove molti individui sono atti a crescere fitti ed insieme serrati, occupando il minimo spazio. La disposizione dei suoi rami a verticilli orizzontali vestiti di foglie disposte con una complanazione distica, è in armonia con tale carattere; le foglie presentando così la loro faccia superiore verso l'alto, ivi risentono maggiormente l'azione della luce. Invece le foglie dell'asse primario sono più o meno convergenti verso l'alto e disposte polisticamente.

Allo stesso tipo biologico appartiene l'Abete rosso; senonchè qui i rami più giovani inclinano ad assumere posizione pendola, per cui i relativi aghi fogliari tendono ad essere rischiarati dall'alto in ogni lato.

In conclusione, da quanto si è detto puossi riconoscere essere un pregiudizio ritenere come hanno fatto diversi Forestali che gli Abeti siano piante *Ombrofile*, ossia poco *Eliofile* rispetto ad altri alberi che crescono rari ed isolati; essi rappresentano piuttosto delle specie dove il modo particolare di crescere dell'asse primario e degli assi laterali, permette la massima economia di spazio ed il vantaggio di poter fruire anche nelle regioni più profonde, di quelle quantità di luce bastevole pel compimento dei processi dell'assimilazione, senza alcun pregiudizio proveniente dall'immediata vicinanza di più individui. E poichè per una miglior utilizzazione della luce è necessario che i vari ordini di verticilli rameali dello stesso tronco non si ostacolino nella loro funzione *eliotropica* (*eliofila*), così essi sono reciprocamente alterni, anzi giammai si sovrappongono esattamente, in modo che la luce può penetrare liberamente fino ai verticilli più bassi e profondi e quindi più vicini al terreno, filtrando attraverso i vari ordini di ramificazioni secondarie, le quali nel loro insieme e viste dall'alto, formano una specie di reticolazione idonea al passaggio di quella quantità di luce sufficiente pel compimento della funzione clorofilliana negli organi fogliari che occupano le regioni più profonde della pianta.

L'Eteromorfia fogliare quì studiata corrisponde appunto a questa maniera di accrescimento e di vegetazione, e dimostra ancora una volta che le foglie di fronte all'azione della luce sono organi eminentemente plastici, capaci dei più diversi adattamenti.

IL DEMODEX FOLLICULORUM SULLA PELLE DEI LEPROSI

MEMORIA

DEL

Prof. DOMENICO MAJOCCHI

DIRETTORE DELLA CLINICA DERMO-SIFILOPATICA DELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

(letta nella Sessione del 24 Maggio 1914).

(CON UNA TAVOLA)

Non v' ha chi non veda, come l'etiologia della Lepra abbia bisogno ancora di un lungo e particolareggiato studio, soprattutto per stabilire, se, fra i diversi modi di propagazione del *virus leproso*, debbasi ammettere anche quello della puntura, operata da insetti succhiatori, capaci di trasportare il prodotto succhiato dal malato al sano, o di diffonderlo sul paziente medesimo.

Molto fu scritto e discusso in proposito, e non pochi insetti furono incolpati del trasporto del bacillo di Hansen dal malato al sano: fra i quali menzionerò i *Muscidi* (*Musca Domestica*), la pulce (*Pulex Irritans*), la pulce penetrante (*Sarcopsylla Penetrans*), le zanzare (*Culex*, *Anopheles*..), le cimici (*Acanthia lectularia*), e infine anche gli *Acaridi*.

Che talvolta i bacilli leprosi sieno stati trovati nelle *mosche* (Romer), nel tubo digestivo delle *zanzare*, dopo che ebbero succhiato il sangue dei leprosi (Ehlers, With, Bourret, Noc, Arning e Blanchard), che uguale reperto siasi ottenuto anche nella *Pulce Irritante*, non v' ha dubbio alcuno, avendone date prove ineluttabili moltissimi ricercatori. Infatti dal Leindsay Sandes *nel Leprosario di Robben Island* (Sud Africa) furono istituite esperienze molto ingegnose sopra questi insetti per vedere se essi, portati sopra la pelle dei Leprosi, fossero capaci di succhiare il bacillo di Hansen e di mostrarlo al microscopio. In tutti si rinvenne la presenza del bacillo: ma a preferenza nelle *Cimici*, che ne mostrarono in numero maggiore e con maggior frequenza.

D'altra parte è d'uopo osservare che, per tutti gl'insetti sopramentovati, non pochi reperti negativi si ebbero nelle mani di ricercatori abilissimi. Ma soprattutto negative riuscirono le ricerche nelle *Zanzare*, (Marchoux, Nicolas, Donald, Curiel.....): e a questo proposito meritano di essere ricordate le esperienze senza reperto di bacilli di Hansen, istituite sulle zanzare da una Commissione, inviata dal Governo inglese nelle Indie. Tornerò più tardi ad accennare questo punto importante dell' argomento: ma intanto è d' uopo fissare bene sotto il rispetto storico che fin qui non si è potuto dare

una dimostrazione sperimentale, che insetti succhiatori abbiano introdotto nell' organismo umano il bacillo di Hansen.

Sarebbe dunque una possibile evenienza (se vuolsi ben fondata su reperti microscopici) l' innesto del bacillo di Hansen da parte delle *zanzare*, delle *cimici*, *delle mosche*, *dei pidocchi*, *degli acari*, *delle pulci*, e della stessa *Sarcopsylla Penetrans*, sulla quale ultimamente molti si sono fermati con argomenti clinici per accreditare sempre più il sospetto di una propagazione del virus per opera di questo afanittero. Ma anche di questo insetto farò rilevare, sia per ricerche già note, sia sulla base dei casi da me osservati, che non v'è ancora una prova diretta che dimostri siffatta trasmissione della Lepra per opera del medesimo.

Uguale sospetto, come dissi più sopra, fu mosso contro gli *acaridi* (1) e fra questi il *Demodex folliculorum* è stato soggetto di molte ricerche per riguardo alla diffusione del contagio e, come si vedrà, fin qui non sono ancora d' accordo i vari ricercatori.

Ma qui sorge subito spontaneo il quesito: il *Demodex folliculorum* può trasportare ed innestare nella pelle umana microrganismi?

A tutta prima viene fatto di pensare che il *Demodex* è sfornito di mandibole speciali e di congegni cornei perforanti, per modo che non è atto a scavare l' epidermide per immettere nel derma elementi micotici, da esso raccolti sulla pelle di un malato; e sotto questo rispetto il *Demodex* non può nemmeno paragonarsi alla zanzara, o alla *Sarcopsylla Penetrans*, essendo che questi insetti possono infiggere il loro succhiatoio, o il dardo corneo, entro la cute di un leproso, o di un malato di altra dermatosi contagiosa.

Non ostante queste deficienze, il *Demodex* profitta delle aperture già esistenti sulla pelle, quali sono gli orifici delle ghiandole sebacee e dei follicoli piliferi, per i quali orifici esso entra senza sforzo e, penetrato in detti organi, ivi abita, si nutre, e si riproduce; è d' uopo poi notare che talvolta la presenza di questo acaride non è indifferente per gli organi ghiandolari, potendo arrecarvi, perfino negli acini stessi, alterazioni più o meno gravi.

E su tal proposito devo richiamare le mie ricerche microscopiche, che sono le prime, intorno all' azione patogena, che può talvolta esercitare il *Demodex* negli organi ghiandolari sebacei e nei follicoli piliferi. Queste si trovano accennate nel mio primo Lavoro, pubblicato nel 1879 negli *Atti dell'Accademia Medica di Roma*, ricerche fatte sopra una produzione *calaziforme* dell' orifizio delle ghiandole meiboniane.

Ma ricerche isto-patologiche più minute, istituite con metodo comparativo, furono da me esposte in due estese Memorie, presentate alla *Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, la prima nella Seduta del 31 Maggio 1896, la seconda nella Seduta del 21 Aprile 1899; e soprattutto nella prima, avendo studiato il *Demodex folliculorum* nelle ghiandole meiboniane dell' uomo e di alcuni animali domestici, potei dimostrare nei reperti microscopici, assai evidenti, un fatto nuovo, riguardante l' azione patogena di questo acaride sulla pelle umana, negata fino allora da parassitologi e dermatologi: anzi dal risultato delle

(1) L' acaro della Scabbia (*Sarcoptes Scabiei*, fu ritenuto capace di trasmettere la lepra (Joly, Muglistou, Ernest von Basewitz) e si rinvenne molte volte sopra i leprosi: mancano però anche per esso osservazioni dirette di trasmissione del Bacillo di Hansen.

mie ricerche venni nella convinzione, che il *Demodex folliculorum* non solo non poteva più ritenersi *innocente abitatore delle ghiandole sebacee dell' uomo e di alcuni mammiferi*, ma fosse bensì capace di provocare fatti irritativo-flogistici, e in pari tempo di portare entro gli organi ghiandolari sebacei microrganismi diversi, dei quali alcuni patogeni. Nella seconda Memoria, oltre le lesioni dei follicoli cigliari, ho descritto anche alterazioni analoghe, riscontrate con presenza del *Demodex* nei follicoli piliferi e sebacei delle *vibrisse*. Tale rarissimo reperto, fino allora non constatato, ci mette in evidenza che anche questa insolita sede può essere occupata dal parassita.

Dopo queste mie Pubblicazioni vennero alla luce altri lavori sul *Demodex folliculorum*, nei quali veniva confermato il risultato delle mie ricerche, mercè la dimostrazione che in certe condizioni questo *Acaride* può dar luogo a lesioni ghiandolari e perighiandolari e in pari tempo farsi portatore di microrganismi.

Come conseguenza naturale di questi studi, è facile pensare che alcune malattie infettive e contagiose, delle quali non si conosce ancora il mezzo di trasporto dell' elemento virulento, sieno dovute al *Demodex* quale veicolo del medesimo: e fra queste malattie, ad innesto ancora oscuro e quasi misterioso, si volse lo sguardo alla Lepra.

E che fosse giusto tale sospetto, non si troverebbe nulla a ridirvi sopra: occorreva però dare una dimostrazione sul trasporto del bacillo leproso da parte del *Demodex folliculorum*.

E qui è duopo riconoscere che il Borrel è stato il primo a vedere nel *Demodex* il portatore del contagio della Lepra: innanzi tutto in un precedente lavoro, dopo avere studiato la frequenza del *Demodex* nel cancro della faccia e del seno (sedi predilette di questo acaride), inclina verso l' ipotesi che il parassita possa provocare mercè speciale stimolo questo neoplasma.

Ma siffatta ipotesi è dal Borrel ritenuta più affermativa per la Lepra. A tal proposito egli si appoggia sopra alcuni argomenti che, ben riguardati, non sono privi di valore: 1° la sede topografica, nella quale vive d'ordinario il *Demodex*, suole presentare lo sviluppo dei primi nodi leprosi (faccia soprattutto, naso e orecchie) 2° la presenza in questi nodi iniziali di ghiandole sebacee, di follicoli piliferi, facilmente accessibili ai *Demodex* 3° il reperto microscopico del prodotto sebaceo, ricco di questi acaridi, che si mostrano coperti di bacilli di Hansen, com'egli potè dimostrare in alcuni pezzi patologici tolti, per biopsia, dalla pelle del naso di alcuni leprosi.

In seguito al risultato di queste ricerche microscopiche taluno è d'avviso, che il *Demodex*, insieme al grasso delle ghiandole sebacee, prenda anche i bacilli leprosi, e appresso, emigrando dal naso del malato, li trasporti sul naso sano.

Al Borrel apparve tanto importante questo reperto, che, in base al medesimo, Egli propose contro il contagio della Lepra una profilassi speciale: la quale sarebbe diretta ad eliminare il grasso che si raccoglie entro le ghiandole sebacee, perchè avidamente ricercato dal *Demodex*: e tale intento ottiene il Borrel mercè l' uso del xilolo e del petrolio, coi quali, mentre asporta la massa sebacea, impedisce al *Demodex* di trasportarvi i bacilli leprosi e di fare dimora entro i detti organi.

Dopo le ricerche del Borrel, venne alla luce nel 1910 un breve lavoro del Professore Ernesto Bertarelli (Parma) e del Dottor U. Paranhos, assistente nell'*Istituto Pasteur* del Brasile, i quali nel *Leprosario di Guabira* presso San Paolo, approfittando del ricco materiale di leprosi ivi raccolti, hanno fatto indagini numerose per stabilire, se l'ipotesi del Borrel abbia un fondamento sicuro e se veramente possa effettuarsi la trasmissione del contagio leproso per il veicolo del *Demodex*.

Or bene dalle ricerche microscopiche, fatte sopra 60 leprosi, i risultati ottenuti non furono molto confortanti e, sebbene il Bertarelli e il Paranhos non traggano conclusioni assolute in rapporto all'idea del Borrel, nullameno non possono favorire la possibilità del contagio leproso da parte del *Demodex*, appoggiandosi per questo loro avviso sopra i seguenti fatti:

1° Che in 2 soli leprosi su 60 si ebbe il reperto dei bacilli con *Demodex*.

2° Che i bacilli leprosi nelle loro ricerche furono assai rari, mentre invece i *Demodex* si presentarono in discreto numero.

3° Che in molti leprosi con ricca eruzione di nodi sulla faccia, e specie sul naso mancarono, o furono scarsissimi i comedoni: anzi secondo il loro avviso i comedoni sembravano susseguire, anzichè precedere, la comparsa delle manifestazioni leprose nella faccia medesima.

4° Che nei negri l'invasione dei *Demodex* è sempre scarsa, mentre le lesioni leprose erano estesissime, specie quelle della faccia.

5° Che il reperto positivo del Borrel, secondo il Bertarelli e il Paranhos, non prova nulla per il trasporto del contagio, potendo l'invasione del *Demodex* essere secondaria alla formazione dei nodi, ed allora il parassita, penetrato nella spessezza dei medesimi, verrebbe a trovarsi a contatto con i numerosi bacilli di Hansen.

Ai lavori del Borrel, del Bertarelli e del Paranhos non fecero seguito altre pubblicazioni intorno al *Demodex* sulla etiologia della Lepra.

---

(1) Questo acarino fu trovato dal Bertarelli e dal Paranhos 15 volte su 60 leprosi aventi comedoni in varia quantità e così distinti.

Comedoni con Demodex

Abbondanti	3
discreti	1
rari	9
rarissimi	2

Comedoni senza Demodex

abbondanti	5
discreti	7
rari	30
rarissimi	2

Ma ciò che importa rilevare, è che in 2 soli casi il reperto fu positivo per la presenza del bacillo di Hansen insieme a numerosi *Demodex*: ma al numero notevole dei *Demodex* faceva contrasto la rarità dei bacilli leprosi.

Ma lo studio intorno all'argomento non può dirsi chiuso alle investigazioni e alla critica: anzi, non ostante le ricerche discordi sopraesposte, la questione dell'etiologia della Lepra in correlazione col *Demodex folliculorum* trovasi ancora *sub judice*: infatti se il reperto microscopico del *Demodex* entro i follicoli sebacei dei nodi leprosi, in compagnia coi bacilli di Hansen, conduce ad un fondato sospetto di un possibile trasporto del virus da parte di quell'acaride, rimane sempre il punto importante da dimostrare, se veramente il meccanismo di trasporto avvenga dal malato al sano per mezzo del *Demodex* medesimo; come è facile comprendere, lo studio di tale questione richiederebbe esperimenti sull'uomo, per verificare siffatta propagazione del contagio.

La questione è certamente del più alto interesse clinico: il che è dimostrato dalle numerose ricerche, istituite in proposito da illustri dermatologi e da anatomo-patologi; ma alla questione fondamentale, intorno al trasporto del germi leprosi mercè il *Demodex* dal malato al sano, può far seguito anche un'altra, sebbene di minore importanza, riguardante la diffusione del detto germe sul malato stesso per opera del *Demodex;* e sotto questo rispetto si può formulare un quesito in limiti assai ristretti; il *Demodex*, cambiando dimora, vale ad immettere il bacillo da follicolo a follicolo sullo stesso paziente?

Tuttavolta, posto il quesito in questi termini, torna sempre in campo la questione della propagazione del contagio leproso dal malato al sano per il veicolo del *Demodex*: anzi la possibilità di questa propagazione si presenta più realizzabile.

Ma, come si è detto, la grave difficoltà di studiare la questione fondamentale per via di esperimento sull'uomo non ci concede, almeno per ora, di dare una risposta soddisfacente intorno al trasporto del contagio leproso dal malato al sano mercè l'intervento di qualsiasi insetto, compreso il *Demodex*.

Dunque ci rimane soltanto a studiare il comportamento del *Demodex* sopra i leprosi; poichè anche questo punto dell'argomento, non ostante le ricerche del Borrel, del Bertarelli e del Paranhos, non è ancora interamente chiarito.

A questo proposito molti anni or sono, e sovrattutto dal 1900 fino ad oggi, ho fatto ricerche del *Demodex*, sopra alcuni leprosi di età diverse e in diverse fasi della malattia, raccogliendo sopra ognuno di essi, per compressione, i comedoni e il grasso delle ghiandole sebacee, in diverse regioni della faccia e particolarmente sul naso.

Le prime ricerche, intrapprese parecchi anni or sono, non mi fecero nutrire grandi speranze di risultato concludente per l'argomento preso a trattare: e infatti in due leprosi, di sesso maschile, dell'età, uno di 38 anni circa, e l'altro di 52, affetti ambedue da Lepra nodosa e maculosa in diverse regioni dell'ambito cutaneo e soprattutto nella regione della fronte, delle sopraciglia, delle orecchie ed anche delle pinne nasali, non mi venne fatto di trovare alcun *Demodex* nel grasso delle ghiandole sebacee, tantochè rimasi deluso nei miei progetti di ricerche sulla diffusione del contagio leproso. Tuttavolta sul materiale raccolto dalle pinne nasali di uno dei due pazienti (che presentava appena qualche nodetto iniziale in questa sede), potei riscontrare la presenza di alcuni bacilli di Hansen, usciti mercè la compressione insieme al grasso dei follicoli sebacei, ma non accompagnati dal *Demodex*.

Siffatto reperto poteva condurre a pensare, che l'organo ghiandolare sebaceo si fosse fuso con la massa neoformata del nodulo leproso, per modo che, nel fare la compressione, fossero usciti insieme col grasso anche i bacilli.

A mio avviso, però siffatta obbiezione non può avere valore alcuno, in quantochè la raccolta della massa sebacea fu fatta in un punto, in cui non esistevano nodi leprosi: comunque però la mancanza del *Demodex* in parecchi preparati microscopici, eseguiti con abbondante raccolta di comedoni e di grasso, non mi incoraggiò a proseguire in questo genere d'indagine su questi stessi malati.

Più fortunato fu il reperto del *Demodex* sopra un leproso, venuto nel Marzo del 1902 da S. Paolo del Brasile, il quale presentava sviluppatissime le ghiandole sebacee sulle pinne nasali, nella regione della fronte e del dorso: in esso sono riuscito a mettere in evidenza alcuni *Demodex* nel secreto raccolto dalle ghiandole sebacee.

Il paziente presentava la forma leprosa con caratteri abbastanza spiccati, tanto sulla faccia, quanto sugli arti superiori e inferiori, mentre il tronco poteva dirsi quasi immune dalla malattia: la dermatosi faceva mostra, ove con nodi in diverso grado di sviluppo, specie sulla faccia [regione frontale, sopraciglia e pomelli], ove con nodi e macchie brune [arti superiori e inferiori], ove infine con anestesie variamente estese, specie nelle regioni estensorie degli avambracci.

Come ho detto, raccolsi i comedoni, tanto *molli* come *concreti*, dalle pinne nasali, dalla regione frontale, dal dorso, e fattine molti preparati microscopici, rinvenni in essi molti *Demodex* specie nei comedoni molli della faccia. Non sempre potei scorgere compagno del *Demodex* il bacillo di Hansen; ma in alcuni preparati la presenza del microrganismo leproso era in copia notevole, tanto attorno al *Demodex*, quanto aderente al medesimo. E qui merita di ricordare che le pinne nasali, nelle quali i preparati microscopici del prodotto sebaceo mostravano i bacilli di Hansen in discreto numero insieme col *Demodex*, erano prive di nodi leprosi. Raramente e molto scarsamente rinvenni il bacillo e il *Demodex* nei comedoni *concreti* di questo paziente.

Siffatto reperto mi animò a proseguire nelle ricerche microscopiche del *Demodex* nei leprosi, non avendo potuto avere a mia disposizione il paziente che per tre soli giorni.

Mi sono ancora imbattuto nello stesso anno in qualche altro leproso, venuto qui di passaggio, nel quale però non mi fu dato per ristrettezza di tempo di fare ricerche microscopiche con tutta quella accuratezza, che si richiede in simili casi.

Fu soltanto in quest'anno che ebbi l'oppurtunità di vedere e studiare *11* leprosi, tutti tornati dal Brasile, otto dei quali mi offrirono materia per svariate investigazioni e soprattutto per studiare il *Demodex* in rapporto al bacillo di Hansen.

Però durante queste ricerche ho potuto convincermi, che le preparazioni microscopiche dimostrative non sono agevoli sulla pelle dei leprosi, come pure mi sono persuaso della importanza che possono avere alcune condizioni sulla riuscita delle medesime. Gli ostacoli vengono da diverse parti: di essi toccherò qui brevemente.

1°) Una prima difficoltà si incontra nella estrazione del prodotto dai follicoli sebacei; dappoichè nel fare questa piccola operazione manuale sulle lesioni della faccia, specie

sulle pinne nasali...., non sempre si riesce a cacciare fuori lo scarso contenuto sebaceo, sia per la piccolezza dei follicoli, sia per la compattezza dei nodi, o delle placche nodose, in cui trovansi i follicoli stessi e, peggio ancora, per le vicine ulcerazioni leprose.

2°) Un altro ostacolo ci viene dalla consistenza maggiore o minore del contenuto grasso, il quale per il diverso predominio dei sali, a base di margarina, o di oleina, può dare, come ho detto più sopra, comedoni ora *concreti* ora *molli*: siffatta distinzione (basata su quella della seborrea), se per i comedoni non è indispensabile, nè di grande importanza, acquista però un certo valore, quando si vuole ricercare nei comedoni stessi il bacillo di Hansen; e, come ho già accennato in precedenza, nei comedoni concreti il reperto del bacillo e del *Demodex* riesce difficile, perchè difficile ne è il disgregamento sul porta-oggetti, laddove più agevole è la ricerca nei comedoni *molli*.

3° La raccolta del materiale può dare risultati diversi secondo la maniera di comprimere i follicoli sebacei; così una compressione troppo forte, fatta sopra un nodo vicino ad un follicolo, può provocare uscita dal parenchima del nodo stesso di elementi istologici e, con questi insieme, uscita di bacilli leprosi, mentre una compressione delicata può dare un risultato migliore, permettendo soltanto uscita del secreto.

4°) Una difficoltà non lieve si incontra nel fare la distensione sul porta-oggetto, in quanto che è facile con questa manualità di frammentare i *Demodex* assai delicati nella loro struttura: occorre pertanto, nel distendere sul vetro il prodotto follicolare, premere leggermente anzichè strisciare, perchè non avvengano i guasti suddetti e in pari tempo rimanga sottile lo strato.

5°) Il disseccamento del materiale sul porta-oggetto dovrà farsi a freddo, ovvero a moderatissimo calore, perchè non si retragga, o si deformi il *Demodex*.

6°) Da ultimo fa d'uopo qualche cautela nella tecnica di colorazione, per la quale, come è noto, deve usarsi la ordinaria soluzione di *Ziehl* di recente preparata: è necessario ancora che la colorazione sia fatta subito, dopo aver disteso e disseccato il materiale sul porta-oggetto, altrimenti i *Demodex* pigliano una tinta fortemente rosso-bruna diffusa, la quale non permette di vedere i bacilli che si trovano in essi: inoltre occorre una qualche cautela per la decolorazione, trattando il preparato per un tempo brevissimo (qualche secondo) con soluzione alcoolica leggermente acida.

Premesse queste cautele per l'esame microscopico, passo a descrivere in succinto le storie cliniche dei singoli infermi.

CASO I. — Lepra maculo-tubercolare-ulcerosa incipiente — B. L. di anni 55, industriale, venuto nel mio studio il 2 Gennaio di quest'anno (1914). Ha vissuto molti anni a S. Paolo del Brasile. Data la sua malattia da 10 a 12 anni — È caratterizzata da nodi di varia grandezza, di colore tendente al fulvo e alcuni anche al bruno, isolati, o aggruppati, lisci, lucenti e indolenti; qua e là notansi anche macchie piuttosto larghe, di colore fulvo, altre brune, e altre anche acromiche. Occupano la faccia, il tronco, e prevalentemente gli arti superiori (scarsamente gli inferiori), ove alcuni mostransi ulcerati.

Notansi ancora larghe chiazze anestesiche, specie nella regione estensoria degli avambracci, e anche delle gambe.

Esame microscopico — Fu diretto dapprima sopra il secreto nasale, in cui i preparati microscopici mostrarono un numero assai notevole di bacilli leprosi, sia isolati, sia raccolti in fascetti, sia racchiusi entro cellule: eguale reperto, sebbene con maggior numero di bacilli, si ebbe dai preparati fatti da un nodulo raschiato superficialmente.

Ma un esame microscopico più accurato fu diretto sopra i comedoni delle pinne nasali e della regione frontale: nei primi (comedoni molli) si rinvennero molti *Demodex* insieme con bacilli leprosi, sparsi nel campo del preparato, ovvero a contatto coi *Demodex* medesimi: nei secondi (comedoni duri) la preparazione riuscì difficile per la distensione del materiale sul portaoggetti: tuttavolta gli scarsi *Demodex*, rinvenuti nei medesimi, non erano accompagnati da bacilli leprosi.

CASO II. — Lepra tubercolo-ulcerosa, anestesica - Nefrite - Cachessia incipiente — Andrea Baruzzi di anni 30, nativo di Savarna [P. di Ravenna], operaio, celibe, fu ammesso nella mia Clinica il 21 Gennaio 1914. Dimorò per molti anni a Serranegra [S. Paolo del Brasile], addetto alla coltivazione del caffè.

Circa 6 o 7 anni or sono, avvertì l'inizio della malattia cutanea, che più tardi fu ritenuta di natura sifilitica, e curata mercè preparati mercuriali, riusciti perfettamente inutili a modificare la dermatosi; la quale si presentava con rilevatezze nodose, isolate, o in gruppi, di consistenza dura, liscie, lucenti, accompagnate da chiazze, ove eritematiche, ove di colore fulvo, ove pigmentate, sparse in varie regioni della superficie cutanea, prevalentemente alla faccia, agli arti superiori, e inferiori.

Oltre a queste lesioni morfologiche, il paziente mostrava chiazze anestesiche di vario grado, di varia *estensione*, specie negli avambracci e nelle gambe. Inoltre al suo ingresso in Clinica trovavasi in condizioni di forte deperimento, e con discreta copia di albumina nelle orine.

Esame microscopico. — *a*) *Tubercoli cutanei* — Le preparazioni, fatte con il materiale ottenuto mercè raschiamento di alcuni noduli, mostravano numerosi bacilli d'ordinario endocellulari.

b) *Comedoni* — Si tentò poi la ricerca sopra i comedoni: ma questa non potè in principio riuscire sulla faccia, sia per l'edema abbastanza notevole, sia per l'eritema soprattutto delle pinne nasali. Più tardi, cessato l'edema, e diminuita la forma eritematosa, si raccolse tanto nella regione frontale, quanto nelle pinne nasali, un certo numero di comedoni, la estrazione dei quali riuscì con una certa difficoltà. Nell'esame dei pochi preparati, eseguiti con detto materiale, scarsi si rinvennero i *Demodex*, ma sempre accompagnati da un certo numero di bacilli leprosi, soprattutto nei comedoni delle pinne nasali.

c) *Muco nasale* — Reperto di numerosi bacilli leprosi, ottenuto in molti esami microscopici, ripetuti in diverse circostanze.

d) *Saliva* — Questa presentò in alcuni preparati scarsi bacilli leprosi.

e) *Sangue* — Preso mercè puntura nel polpastrello delle dita e in altre regioni, prive affatto di lesioni leprose. Il risultato riuscì positivo in alcuni preparati, sebbene scarsi si mostrassero i bacilli di *Hansen*.

f) *Feci* — Fu ripetuto più volte l'esame microscopico e in alcuni preparati si rinvenne il bacillo di *Hansen* tanto isolato, quanto raccolto in piccoli fascetti.

g) *Urine* — L'esame microscopico del sedimento urinoso non fece rilevare la presenza di bacilli leprosi, sebbene l'infermo avesse sofferto di Albuminuria.

h) *Prodotti squamosi cornei* — Come si dirà in appresso, questi furono raccolti in diversa maniera dalla superficie epidermica, e nel maggior numero dei preparati microscopici, mostrarono la presenza di bacilli leprosi in numero più o meno cospicuo, aderenti alle lamelle epidermiche, o liberi fra le cellule cornee, tanto isolati, quanto in piccoli fascetti.

i) *Prodotti raccolti nella camera del leproso* — Venne raccolto l'humus grasso dal pavimento, nonchè il pulviscolo dalle pareti della camera, ove era degente l'infermo: e con questi prodotti furono eseguiti molti preparati microscopici, alcuni dei quali misero in evidenza i bacilli di *Hansen* in discreto numero.

l) Uguale reperto microscopico si ebbe dai panni del leproso, dalle coperte e dal letto del medesimo.

m) Trovandosi il detto infermo nella Clinica a nostra disposizione, volli sul medesimo ripetere l'esperimento con le cimici [*Acanthia Lectularia*], per stabilire in quale misura siano

esse capaci di assorbire il bacillo di *Hansen*: per tale scopo chiusi alcune cimici sotto un vetro da orologio, fissandolo per alcune ore sul braccio destro del paziente e, più precisamente, sul terzo medio della regione esterna, sulla quale erano sparsi alcuni nodetti leprosi integri. Tolto il vetro, e raccolte le cimici, furono alcune di esse preparate a fresco, tagliandole nel mezzo. Orbene, fatti alcuni preparati mercè il sangue, che usciva dalle medesime, vi si rinvennero molti bacilli di *Hansen*. Le altre invece furono poste in alcool assoluto, indi in olio di garofano e da ultimo chiuse in paraffina. Fatti alcuni tagli trasversali sulle medesime, apparvero bacilli di *Hansen* in discreto numero, liberi entro il canale alimentare.

CASO III. — Lepra tubercolare e anestesica — Guglielmo Azzi di anni 47 nativo di Ceneselli e ora dimorante a Mesola [P. di Ferrara], di condizione contadino, ammogliato, reduce dall'America (dove dimorò per circa 12 anni in una località distante un giorno da S. Paolo del Brasile), venne in Clinica il 23 Gennaio 1914, per farsi curare di una malattia cutanea, contratta (egli dice) in America stessa 5, o 6 anni fa.

Il paziente si accorse di una insensibilità sull'avambraccio sinistro, tantochè, pungendosi la parte, vide uscire il sangue senza provare dolore.

Narra che della medesima malattia cutanea è affetta la propria moglie e che ora la stessa affezione si è sviluppata in un suo bambino.

L'eruzione cutanea dell'Azzi Guglielmo é generale, caratterizzata da macchie di varia grandezza, alcune eritematiche, altre livide, e in maggior numero brune e bruno-fulve; ma più caratteristiche sono le rilevatezze nodose di vario volume liscie, lucenti, dure, di colore bruniccio, isolate, o aggruppate, sparse in varie regioni della superficie cutanea.

A queste lesioni morfologiche se si aggiungano le anestesie cutanee, estese sul lato ulnare degli avambracci e sul dorso delle mani e dei piedi, la diagnosi di Lepra rimane per sè evidente.

Esame microscopico — Ha dato il seguente risultato:

a) Col prodotto raschiato sopra i nodi i preparati, fatti per strisciamento, mostrano numerose cellule leprose di varia grandezza, ripiene di bacilli di *Hansen* e molti ancora extracellulari, sia isolati, sia uniti in fascetti sparsi fra le cellule stesse:

b) dal sangue ottenuto dal padiglione dell'orecchio del paziente in un punto, in cui non si avvertiva alcuna efflorescenza leprosa, si ottennero preparati per strisciamento, contenenti caratteristici, sebbene scarsi, bacilli di *Hansen*:

c) anche il muco nasale (sebbene la mucosa del naso non presentasse apparentemente alterazione alcuna, tranne senso di secchezza) ebbe a rivelare un discreto numero di bacilli leprosi, tanto isolati, quanto in fascetti:

d) da ultimo nei comedoni le ricerche microscopiche furono ripetute, mettendo in evidenza bacilli leprosi insieme col *Demodex* in alcuni preparati, eseguiti per strisciamento col prodotto sebaceo. Tale reperto si ottenne principalmente nei comedoni molli delle pinne nasali, ove più numerosi erano i *Demodex*, accompagnati da maggior quantità di bacilli: anche nel prodotto dei follicoli delle *vibrisse*, dopo avere estratto qualche pelo, si rinvenne un *Demodex* insieme a bacilli leprosi.

È d'uopo qui rilevare che sulle pinne del naso si notava già lo sviluppo iniziale di qualche nodetto leproso, che però non era in rispondenza dei follicoli, nel paziente assai ben spiccati.

CASO IV. — Lepra eritemato-tubercolare anestesica — Il caso riguarda la moglie di Guglielmo Azzi, Emma Crociora in Azzi, di anni 47, nativa di Pomposa. Tornata dall'America insieme col marito nel 1909, si accorse, soltanto 5 anni dopo il suo ritorno, delle prime efflorescenze cutanee sulla guancia sinistra. Ora la dermatosi dura da un anno, e tende da 3 mesi circa ad estendersi sopra molte regioni della superficie cutanea, ove con macchie di varia grandezza, di colorito rosso fosco, liscie, lucenti, e anche leggermente rilevate e alcune ricoperte scarsamente di squame, ove con rilevatezze nodose di vario volume, disseminate, raggruppate, tendenti alla configurazione circinata, indolenti, non pruriginose.

In corrispondenza, o in vicinanza delle chiazze nodose, la sensibilità dolorifica è notevolmente diminuita.

Esame microscopico — Nei preparati, fatti col raschiamento dei nodi e delle chiazze eritemato-nodose, grandissimo apparve il numero dei bacilli leprosi.

Non così felice, ma pur sempre positivo, riuscì l'esame degli scarsi comedoni, raccolti dalle pinne nasali, dalla regione frontale: infatti soltanto in un preparato microscopico si rinvennero due *Demodex* insieme con qualche raro bacillo leproso.

Negativo fu l'esame microscopico del muco nasale.

CASO V. — Lepra tubercolare incipiente — Ultimo Azzi nato a Mesola nel Ferrarese, dell'età di 20 mesi, è il figlio di Guglielmo e di Emma Crociora. Presenta da 6 mesi caratteristiche efflorescenze nodose, di colorito rosso-fulvo, simili a quelle dei genitori, sulle quali, avendo fatto un leggero raschiamento, si rinvenne un numero assai grande di bacilli leprosi.

Non avendo potuto raccogliere, nè i comedoni, nè alcun prodotto sebaceo dai follicoli, non si potè eseguire l'esame microscopico per la ricerca del *Demodex* e dei bacilli leprosi.

CASO VI. — Lepra anestesica — Dante Bartolai di anni 19, nato nel Brasile da genitori italiani, si presentò il 7 Maggio 1914 nel mio studio, narrando che 2 mesi prima di partire dall'America si accorse che la sensibilità dolorifica era assai diminuita negli avambracci e nelle gambe: infatti avendo verificato quanto asseriva il paziente, rinvenni che era scomparsa la sensibilità termica e dolorifica nelle regioni estensorie degli avambracci, sul dorso delle mani, come pure nel terzo inferiore delle gambe, e sul dorso dei piedi. Inoltre narra il paziente che alcuni mesi prima era stato colpito da forte corizza, la quale, soltanto dopo il suo ritorno in Italia, era notevolmente migliorata.

Sebbene mancasse qualsiasi lesione cutanea sotto forma di macchie, o di nodi, il fatto delle anestesie cutanee e la provenienza del Bartolai condussero alla diagnosi di Lepra anestesica, che si tentò di dimostrare immediatamente mercè l'esame microscopico.

Esame microscopico — *a*) Dapprima si tentò la ricerca del bacillo leproso sulle aree anestesiche: e per questo scopo si fece un leggiero raschiamento in punti circoscritti sulla regione estensoria degli avambracci, e nel prodotto raschiato e disteso sopra porta-oggetti, opportunamente colorato, non si rinvenne, nei primi esami, alcun bacillo acido-resistente coi caratteri di quello leproso.

Allora si pensò di provocare, mercè l'applicazione di olio di croton, qualche formazione flittenosa sull'avambraccio medesimo, per ricercare sul territorio delle aree anestesiche la presenza del bacillo specifico; e infatti, tornato il paziente dopo qualche giorno, trovammo alcune flittene assai tese e ripiene di un liquido sieroso-torbido, rotte le quali, si mostrò una superficie rosso-umida, da cui, mercè il raschiamento, si raccolse alquanto detrito per distenderlo sopra parecchi porta-oggetti. Orbene in alcuni di questi emerse subito la presenza del bacillo di *Hansen*, che, sebbene in scarsissimo numero, mostravasi però morfologicamente caratteristico. Eguale reperto si ebbe nel siero, raccolto dopo il sollevamento della crosta ematica da alcune delle escoriazioni provocate, come si è detto, sulla pelle anestesica degli avambracci.

b) Non avendo potuto dai primi esami assicurarmi della presenza del bacillo leproso, ricercai questo nel muco nasale. Ma le prime ricerche non dettero un risultato soddisfacente per la presenza del bacillo leproso: e anche dopo qualche giorno, ripetuto l'esame, non si ebbe un reperto microscopico sicuro, quantunque si rinvenisse qualche bacillo acido-resistente.

c) Ma la prova indubbia si ebbe dal muco nasale stesso, dopo la somministrazione del l'ioduro potassico per la durata di 4, o 5 giorni: dappoichè, accesasi rapidamente una forte corizza, si ottennero dal muco nasale preparati microscopici veramente dimostrativi per la presenza di moltissimi bacilli leprosi, non solo isolati, ma riuniti in fascetti e fino anche raccolti entro cellule con caratteri di leucociti mononucleati.

Fu ripetuto ancora l'esame microscopico dopo aver sospeso l'uso dell'ioduro potassico, e nullameno si rinvennero sempre numerosi bacilli di *Hansen*.

d) La ricerca dei bacilli leprosi nei *comedoni* portò ad un risultato abbastanza soddisfacente: infatti sebbene i follicoli delle pinne nasali non fossero nel paziente molto sviluppati, nullameno si potè da essi raccogliere un prodotto sebaceo in discreta quantità, da poter fare col medesimo 4 o 5 preparati microscopici: in tutti si rinvenne la presenza del *Demodex*, ma soltanto due preparati mostrarono il *Demodex* insieme a bacilli leprosi. Ripetuto l'esame nelle visite future, potei confermare in qualche altro preparato microscopico il medesimo reperto, che qui ha una indiscutibile importanza, tenendo conto della mancanza di nodi sulle pinne nasali.

CASO VII. — Lepra anestesica — Francesco Fasciani di anni 36, nativo di Porto S. Giorgio, si recò nel 1899 in America, prendendo dimora a S. Paolo del Brasile, e precisamente nella Provincia di Mines, ove nel 1904 si ammogliò con donna apparentemente sana, dalla quale ebbe 5 figli. Nel Maggio di quest'anno 1914 fece ritorno in Italia, e presentossi al mio studio insieme con la moglie e con un figliuolo di 2 anni, e tutti e tre furono da me riscontrati affetti da Lepra.

Narra il Fasciani che, 4 anni or sono, avverti per la prima volta una insensibilità della pelle in corrispondenza del ginocchio destro e della regione estensoria delle gambe, e appresso delle regioni estensorie degli avambracci. Per siffatti disturbi cutanei fu prescritta da un medico americano la cura delle iniezioni di *Nastina*.

Nel momento presente non si riscontra alcuna lesione morfologica cutanea: spiccano soltanto le aree anestesiche di varia grandezza, che occupano le regioni sopramentovate.

Esame microscopico — I preparati microscopici, instituiti col prodotto del raschiamento, eseguito sulla pelle delle aree anestesiche, mostravano scarsissimi, ma caratteristici bacilli leprosi. Qualche raro bacillo specifico si rinvenne anche nel muco nasale, quantunque non si notasse un aumento di secrezione da parte di questa mucosa.

Fu rivolto ancora l'esame microscopico sopra i comedoni delle pinne nasali e della regione frontale, regioni che non presentavano alcuna apparente lesione leprosa. Mercè compressione, fatta sulle pinne nasali, fu raccolta una piccola quantità di prodotto sebaceo molle [comedoni molli] e distesa sopra alcuni porta-oggetti, i quali, colorati immediatamente, mostrarono tutti la presenza del *Demodex*: ma soltanto in alcuni si poterono scorgere scarsi bacilli di *Hansen* in compagnia del *Demodex* medesimo.

CASO VIII. — Lepra tubercolare — Giuseppina Fasciani di anni 33 è la moglie di Francesco (vedi Storia precedente). Convisse sempre con suo marito, e lo seguì nei suoi viaggi in America e nei suoi ritorni in Italia. L'inizio della presente malattia sarebbe stato avvertito dalla donna alcuni mesi prima di sgravarsi del penultimo figlio, oggi leproso. Infatti avverti in quest'epoca la comparsa di qualche chiazza rossastra, ricoperta da rilevatezze, che oggi hanno assunto i caratteri di nodi di vario volume, più o meno emergenti sul livello della pelle, isolati o riuniti, in gruppi, di colore, alcuni roseo, altri giallo-fulvo e anche bruniccio, di consistenza assai dura, che occupano tanto gli arti superiori che inferiori, e prevalentemente il lato estensorio: i detti nodi sono indolenti, tanto che, cauterizzati col galvano-cauterio, si mostrano del tutto insensibili. Non si notano chiazze anestesiche isolate.

Esame microscopico — Nella sostanza dei nodi, distesa su porta-oggetti, si rinvenne un numero grandissimo di bacilli leprosi, ammassati entro cellule.

Si ricercò il bacillo anche nei comedoni, raccolti dalle pinne nasali, e con essi, non ostante la scarsezza del prodotto sebaceo, si ottenne qualche preparato microscopico, contenente il *Demodex* insieme a rari bacilli leprosi. Merita qui far rilevare, che sulle pinne nasali non si era ancora sviluppato alcun nodo, od altra manifestazione leprosa.

Rarissimi ancora si poterono scorgere i bacilli leprosi in qualche preparato, eseguito con lo scarso muco nasale.

CASO IX. — Lepra papulo-tubercolare incipiente — Giuseppe Fasciani di anni 2, figlio di Francesco e Giuseppina [vedi storie cliniche precedenti VII° e VIII°] avrebbe riportato la malattia durante la vita fetale. Infatti, secondo quanto afferma la madre di lui, le prime due chiazze della dermatosi, esistenti tuttora sul dorso delle mani, sarebbero state avvertite il giorno dopo la nascita del bambino, sebbene allora fossero meno accentuate di quanto lo sono oggidì, per lo sviluppo di rilevatezze papulo-tubercolari, di colorito rosso-bruno, situate con disposizione simmetrica sul dorso delle mani: altri nodetti, con gli stessi caratteri dei primi, si trovano sparsi in diverse regioni e sovrattutto sugli arti superiori.

Esame microscopico — Le ricerche microscopiche, eseguite sul prodotto del raschiamento di alcuni nodi, fecero scorgere numerosi bacilli leprosi, sia endocellulari, sia extracellulari: le stesse ricerche furono fatte sulla pelle sana, tentando mercè compressione la raccolta anche in piccola quantità, di secreto sebaceo: ma sia per la scarsezza di questo, sia per la difficoltà di

raccoglierlo, non si rinvenne nei preparati, nè la presenza del *Demodex*, nè quella del bacillo leproso.

Fu pure negativo l' esame microscopico, eseguito sopra il muco nasale.

CASO X. — Lepra maculosa — Luigi Carnevali di anni 43, nativo di Stienta [P. di Rovigo], di professione birraio, ammogliato, reduce da pochi giorni dall'America del Sud, si presentò nel mio studio il 1° Agosto di quest' anno 1914.

Dimorò per molti anni a Bara Bonita, borgata distante una giornata da S. Paolo del Brasile. Ebbe dalla moglie 9 figli, dei quali il primo soltanto morì fanciullo, per malattia che egli non sa precisare. Gli altri sono tutti viventi, e nessuno presenta la malattia, della quale egli è affetto. Questa si iniziò 3 anni or sono con malessere generale, con tormentoso formicolio alla regione frontale, e più tardi con ripetuti attacchi di corizza: quando un giorno inaspettatamente si accorse, per una ferita, fattasi sulla cute della regione estensoria dell'avambraccio sinistro, che la sensibilità dolorifica era abolita. Provò allora il paziente stesso a pungersi in altre regioni della superficie cutanea, e ne rinvenne alcune perfettamente insensibili.

Dopo qualche mese il paziente osservò la comparsa di una eruzione cutanea, la quale, nello spazio di tre mesi, si estese a molte regioni della superficie cutanea. Presenta questa macchie di varia grandezza, di colore prevalentemente giallo-fulvo e in alcuni punti anche lionato, non pruriginose, non desquamanti, con disposizione simmetrica, ed occupa la faccia, il collo, il tronco e sovrattutto gli arti superiori e assai meno gli arti inferiori.

Le aree anestesiche non sono molte estese, ma in esse è completamente spenta la sensibilità dolorifica.

Esame microscopico — *a*) Nelle macchie fulve i preparati microscopici, eseguiti in buon numero, mercè il raschiamento dermico superficiale, fecero immediatamente scorgere numerosi bacilli, tanto isolati, quanto in fascetti: tale reperto si ottenne in 3, o 4 delle macchie fulve, scelte senza alcuna prevenzione.

b) Anche le aree anestesiche hanno offerto all' esame microscopico moltissimi bacilli leprosi: ed è a rilevare che una di queste non presentava nemmeno la più lieve tinta giallo-fulva.

c) Furono estratti parecchi comedoni molli dalle pinne nasali, ma in questi si rinvennero scarsi *Demodex*, accompagnati però da un numero discreto di bacilli leprosi: fra i diversi preparati uno si rinvenne che mostrava presenza di bacilli e assenza di *Demodex*. Tale reperto non è senza importanza, se si tenga conto che la pelle delle pinne nasali non presentava alcuna infiltrazione, ma soltanto una lieve tinta bruno-fulva, come il rimanente della faccia del paziente.

CASO XI. — Lepra tubercolare — Il 12 Settembre di quest' anno (1914) venne condotta nel mio privato ambulatorio dall' egregio Collega Dott. Prof. *Casarini* una giovane di anni 18, nata in America da genitori viventi e sani, e ora dimorante a Modena.

La madre sua, che ora ha 40 anni, si recò in America all' età di 14 anni, stabilendosi a *Cambinas, di San Paolo del Brasile*. Ivi all' età di 17 anni contrasse matrimonio, dal quale ebbe 12 figli e di questi 7 nati in America. L' inferma è la terza nella scala dei nati: ha goduto sempre buona salute fino all' età di 5 anni, quando a quest' epoca cominciarono frequenti *epistassi*, durante le quali, dopo un anno circa, comparve una chiazza molto arrossata nel braccio destro, che guarì presto e senza cure speciali.

Ma le epistassi si continuarono fino al suo ritorno in Italia, che avvenne all' età di 8 anni, vale a dire due anni circa dopo l' inizio della prima efflorescenza al braccio.

Intorno all' origine della malattia si è potuto apprendere, che nell' ambiente, destinato a bottega, si trovava spesse volte un famiglio, che aveva una mano retratta e che più tardi si seppe essere stato inviato ad un Leprosario.

Tornata in Italia, come si è detto, all' età di 8 anni, riapparve l' efflorescenza al braccio destro, che pur essa guarì spontaneamente. A 10 anni, entrata in Collegio, vi rimase per 2 anni, soffrendo sempre di disturbi intestinali, e avvertendo la comparsa di qualche nodetto alle mani, insieme a qualche macchia rossastra, efflorescenze però che non impressionarono l' inferma, perchè prive di fenomeni subbiettivi.

Fu soltanto nell' estate del 1913, vale a dire all' età di 17 anni, che la paziente, dopo una forma enteritica, accompagnata da febbre e da dolori colici [che la tennero in letto per 15 giorni],

avverti una spiccata eruzione alla faccia, alle mani e alle gambe, caratterizzata da noduli e da macchie rossastre, prive assolutamente di prurito. In pari tempo si formò un forte intasamento nasale con aumento di volume del naso.

Appena mi fu condotta l'inferma dall'Egregio Collega, mi fu agevole riconoscere in essa un bell'esemplare di *Lepra tubercolare*, sia per lo sviluppo di noduli duri e di varia grandezza alla faccia, alle mani e agli arti, tanto superiori che inferiori, sia per il colorito rosso-fulvo dei detti nodi, sia per la presenza di alcune chiazze anestesiche (1).

Riflessioni cliniche e reperto microscopico dei comedoni nei leprosi sopradescritti.

Il risultato ottenuto dalle ricerche fatte sopra gli ultimi *11* leprosi è degno di qualche considerazione anche sotto il rispetto delle sole cifre: poichè 8 volte su *11* si rinvennero i *Demodex* insieme ai bacilli di Hansen. Siffatto reperto tanto più merita di essere registrato, in quanto che, messo a confronto con gli altri reperti, che si ebbero fin qui da alcuni osservatori, è certamente il più cospicuo e per la statistica e per il numero dei preparati microscopici, eseguiti sulla raccolta dei comedoni.

Come si è detto più sopra, il Borrel fece le sue ricerche microscopiche, non già sopra i comedoni estratti dai follicoli, ma sibbene sopra alcuni pezzi di pelle, tolti per biopsia dalle pinne nasali di alcuni leprosi: nei bellisssimi disegni, tratti dai preparati microscopici, si scorgono assai bene i *Demodex*, insieme ai bacilli di Hansen, entro le sezioni trasverse e longitudinali dei follicoli; ma non è detto su quanti leprosi si ottenne dal Borrel il reperto positivo.

Senza dubbio più numerose sono le ricerche del Bertarelli e del Paranhos, i quali esaminarono i comedoni in 60 leprosi del *Leprosario di Guabira* nel Brasile. Ma, come si è visto, scarsi furono i reperti *positivi* (2 su 60) del *Demodex* insieme al bacillo leproso.

Appare pertanto evidente, quanto sia maggiore e più importante il risultato dei reperti *positivi*, ottenuti da me sopra un ristretto numero di leprosi [N. *11*], e in qualcheduno di essi con un numero notevole di *Demodex* e di bacilli di Hansen.

È difficile stabilire le ragioni di questa notevole differenza nei vari reperti del *Demodex* sopra i leprosi. Non nego che il reperto possa anche essere accidentale: in ogni modo è d'uopo accettarlo come l'osservazione lo ha dato, quantunque l'insistente ricerca nei comedoni di ogni singolo leproso può avere contribuito a portare questo resultato.

Fra i casi, che hanno offerto più chiaramente e più ripetutamente raccolti nei follicoli e *Demodex* e bacilli leprosi, fu il N.° III: in questo paziente lo sviluppo dei follicoli era assai spiccato, per modo che la frequenza maggiore del reperto microscopico si verificò nei comedoni delle pinne nasali.

---

(1) Nè a me, nè all'egregio mio Collega era riuscito fin qui di ottenere dalla paziente una ricerca accurata sopra i comedoni della faccia: ma, poco prima della pubblicazione del presente lavoro, potemmo insieme fare alcuni preparati di comedoni, nei quali si rinvenne qualche *Demodex*, non accompagnato da bacilli.

Rarissimamente si rinvennero *Demodex* e bacilli nei comedoni della regione frontale: mai nei comedoni delle altre sedi, tranne una sol volta in un comedone della regione dorsale.

Questo diverso grado di frequenza si deve, non solo all' indole del *Demodex*, di occupare più spesso la pelle della faccia e specialmente delle pinne nasali, ma ancora alla maggiore difficoltà che si incontra nel raccogliere e nel distendere la massa dei comedoni delle altre regioni, siccome feci rilevare più sopra.

Nell' istituire l' esame microscopico sopra i comedoni è d' uopo registrare una particolarità, che a tutta prima può sorprendere l' osservatore per la incostanza dei risultati fra il primo esame e quelli successivi: può accadere infatti che, ripetendo i preparati microscopici sopra i follicoli delle pinne nasali, nei quali una settimana prima si rinvennero *Demodex* e bacilli leprosi, non lascino in seguito scorgere, nè l' uno, nè l' altro, o tutt' al più il solo bacillo leproso: che se si lasci trascorrere un mese, o due, dal primo esame, allora si ottiene di nuovo il reperto del *Demodex* e del bacillo leproso. In alcuni dei casi sopradescritti tale differenza fu così spiccata, che, a mio avviso, non può sollevarsi dubbio alcuno sull' esistenza del fenomeno.

Quale può essere la ragione di questo differente reperto microscopico? Sembra di non andare lungi dal vero, pensando che ciò possa avvenire nella seguente maniera: dopo lo svuotamento dei follicoli, eseguito nei primi esami, scarsissimo è il materiale rimasto nel medesimo, ed è però che, tranne piccola quantità di grasso e di detriti cellulari, non si trovano più entro la cavità follicolare, nè *Demodex*, nè bacilli leprosi. Ne consegue, che occorre un certo tempo, prima che nuovi *Demodex* penetrino nei follicoli, già precedentemente svuotati, ovvero che tornino a svilupparsi nei medesimi, se contenevano ancora uova, o embrioni. La prova convincente di ciò si ha nel ritorno del reperto microscopico con *Demodex* e *bacilli leprosi*, dopo alcune settimane, sebbene non sempre con tanta evidenza, come nel primo esame, occorrendo forse un tempo maggiore nel fare investigazioni successive.

Merita ancora di essere registrato un altro fatto, che io ho potuto osservare in queste ultime ricerche nei leprosi sopradescritti, ed è la presenza del *Demodex* e dei bacilli di Hansen nei comedoni, tolti dalle pinne nasali dei due soggetti, segnati ai N.i VI e VII, *nei quali mancava qualsiasi manifestazione morfologica cutanea leprosa*: soltanto alcune aree anestesiche della pelle degli arti attestavano in essi l' esistenza della Lepra. E qui mi è d' uopo rilevare [come risulta dalla storia clinica sopradescritta] che nei primi esami microscopici sul *Bartolai* non si rinvenne il bacillo leproso, nè sulle aree anestesiche, nè su altre regioni e nemmeno nel muco nasale, se non dopo aver provocato una reazione sulla pelle, mercè l' applicazione di olio di croton, e sulla mucosa nasale, mercè l' uso interno dell' ioduro potassico. Dopo siffatta reazione non solo si rinvenne il bacillo leproso nel muco nasale (fatto già noto sotto l' azione dell' joduro potassico), ma anche sulle chiazze anestesiche degli avambracci, in corrispondenza dei punti dermitici flittenosi: di poi, avendo tentato l' esame microscopico sopra i comedoni, tolti dalle pinne nasali dello stesso paziente, il risultato fu *positivo*, tanto per la presenza del *Demodex*, che del bacil o

leproso. In conferma del caso qui descritto, citerò un altro esempio di reperto microscopico *positivo* per i comedoni, che fu trovato nel paziente *Fasciani* (v. storia N. VII), nel quale le aree anestesiche erano le manifestazioni uniche della Lepra.

Siffatti reperti microscopici sono, a mio avviso, di grande importanza, non solo sotto il rispetto diagnostico generale della Lepra, ma ancora sotto il rispetto etiologico, potendosi in base ad essi ammettere il possibile trasporto dei germi leprosi entro la cavità dei follicoli per parte dei *Demodex*. Basterebbe riflettere, che se nei pazienti sudetti la Lepra avesse portato le sue manifestazioni morfologiche in corrispondenza dei follicoli sebacei delle pinne nasali, sarebbe facile pensare, sia ad un trasporto di bacilli di Hansen entro la cavità dei follicoli medesimi, operato dai leucociti, o dalla progressiva invasione delle cellule leprose nella guaina *epidermica follicolare*, sia ad una penetrazione dovuta alla compressione delle dita per espellere il comedone. Non insisto più su questo punto, abbastanza per sè evidente, dovendo anche tornare sul medesimo più tardi.

Premesse queste poche considerazioni generali sopra i reperti, ottenuti dai comedoni, vengo a dare una breve descrizione dei preparati microscopici, disegnati nella tavola qui annessa.

Dei molti preparati ho fatto ritrarre in disegno alcuni campi microscopici distinti, perchè si vedesse a colpo d' occhio la topografia che occupa accidentalmente il *Demodex* in rapporto con i bacilli di Hansen. Ma per economia di spazio furono anche riuniti due, o più campi microscopici in una stessa figura, quando il reperto presentava al microscopio qualche particolarità importante, riferentesi soprattutto al *Demodex* medesimo.

E, prima di passare alla descrizione dei preparati, devo rilevare che nei comedoni dei leprosi rinvenni le due *varietà* del *Demodex*, così ben descritte dal Wilson: la *prima*, distinta per la grandezza dell' animale, per la lunghezza dell' addome e per la rotondità dell' estremità caudale del medesimo, era scarsissima: la *seconda* invece, caratterizzata da un certo grado di rozzezza di forme, dall' addome corto, e dall' estremità caudale acuta, prevaleva sulla prima pel numero assai ragguardevole.

Dando ora uno sguardo alla Fig. 1ª, vedesi nel mezzo di essa un *Demodex* grosso, tozzo, alquanto deformato, per effetto della preparazione e colorazione: la porzione *toracica* è assai ampia, nella quale spiccano gli arti molto retratti, come anche retratta è la testa dell' animale: pure ampia è la porzione *addominale*, specie nel suo inizio e terminante inferiormente a punta conica.

Non si scorge nulla di ben distinto entro la cavità addominale, sia per la spessezza delle sue pareti e per la densità del suo contenuto, sia per l' intensa colorazione rosso-bruna del medesimo. Giace il *Demodex* nella massa sebaceo-cornea, espulsa per compressione dal follicolo: e mentre nella parte superiore del campo microscopico (corrispondente alla testa del *Demodex*) si vedono alcune cellule piatte, sottili, corneoidi, colorate in rosa-chiaro, che appaiono quasi tutte mancanti del loro nucleo, invece nella parte inferiore del campo microscopico, (corrispondente alla parte caudale del *Demodex* stesso),

trovasi una massa sebacea insieme a numerosi detriti, che in parte si continua attorno all'addome, colorata in violetto: ed è principalmente su questa che spiccano, tinti intensamente in rosso, i bacilli di Hansen, riuniti in fascetti ben distinti e di varia grandezza, ovvero anche isolati, i quali si estendono in alto, specie attorno e aderenti alla porzione addominale del *Demodex* medesimo: in minor numero i bacilli, d'ordinario isolati, o raccolti in piccoli gruppi, si notano attorno alla porzione toracica, specie a contatto dell'ultimo articolo degli arti e anche sulla massa delle stesse cellule corneoidi.

Nella Fig. II^{a} sono rappresentati due campi microscopici, ognuno dei quali è presso a poco la metà dell'intera figura: ciascuno di essi ha per centro un *Demodex*, circondato da detriti corneo-sebacei del comedone: ambedue i *Demodex* appartengono alla 2^{a} *varietà* di Wilson: uno a sinistra, rivolto colla testa in alto, si mostra corto, tozzo, deformato, alquanto schiacciato tra la sua porzione toracica e addominale, anche questa assai breve e terminante a punta: l'altro a destra in posizione inversa al primo, più piccolo, ma più regolare di forma, e terminante nella estremità caudale a punta più acuta del suo compagno.

Attorno ad ambedue i *Demodex* e sulla massa corneo-sebacea notansi numerosi bacilli leprosi, sia isolati e disseminati, sia riuniti in fascetti o in piccole masse, intensamente colorati per la fucsina: molti dei bacilli leprosi stanno a contatto con i *Demodex* medesimi, sul contorno della porzione, tanto toracica, quanto addominale, soprattutto aderenti ai processi digitati dell'ultimo segmento degli arti. La intensità di colorazione, come pure la massa granulosa e spessa del contenuto addominale, non permettono di scorgere bacilli dentro al canale alimentare.

Furono riuniti nella Fig. III^{a} quattro distinti punti di un preparato microscopico, perchè, oltre l'importanza per la presenza del bacillo di Hansen nei comedoni dei leprosi, mostrano ancora alcune particolarità di sviluppo del *Demodex*: infatti essi contengono due uovi perfettamente maturi e due giovani *Demodex* a diverse fasi di sviluppo.

Degli uovi, uno è più grande, di forma elittica, di contorno regolare: l'altro è più piccolo, meno regolare nei suoi contorni, essendo più espanso in un polo e più ristretto e alquanto depresso nell'altro. Il contenuto vitellino è fatto da una massa granulosa densa, intensamente colorata in rosso bruno dalla fucsina di *Ziehl*. Non si distinguono in essa le cellule germinative, così ben descritte dal Wilson: sono ambedue gli uovi rivestiti da una sottile membrana, colorata in roseo, che, a primo aspetto, sembrerebbe assai spessa: ma la sua spessezza è apparente, essendo questa dovuta all'allontanamento del contenuto vitellino dalla faccia interna della membrana stessa.

Rispetto ai due *Demodex*, quello posto nel centro del campo microscopico è più lungo, e alquanto più grosso (soprattutto in corrispondenza della sua parte cefalica) del suo compagno; in esso non vedonsi ben distinte le due porzioni *toracica* e *addominale*, terminante questa a punta molto acuta: al contrario spunta in esso un abbozzo della testa con il rudimento dei palpi, mentre non si scorgono, nè i rudimenti degli arti [corrisponderebbe alla Fig. 25 *della T. III*^{a} del Wilson], nè traccia alcuna della striatura addominale.

L' altro, situato di lato e vicino al primo, è più corto e in posizione inversa al medesimo; esso ha maggiore importanza del precedente, perchè trovasi [evenienza piuttosto rara ad incontrarsi per il *Demodex*] nel *periodo della muta*, come si scorge dal sottile invoglio di colore roseo che lo riveste; in esso sono già sviluppate le prominenze toraciche laterali che formano le prime tre paia di arti, la cui impronta si vede accennata nella membrana stessa della muta: nel giovine *Demodex* si distingue però il rudimento della testa, nella quale appena appariscenti sono i palpi, come pure la porzione toracica si differenzia già da quella addominale, terminante questa a punta meno acuta.

Tanto i giovani *Demodex*, quanto gli uovi giacciono in mezzo alla massa sebacea assai bene distesa, nella quale, oltre un grande numero di nuclei e di detriti cellulari, si scorgono elementi lamellari corneoidi, disposti in fascetti e intercalati da granuli grassosi. Ma soprattutto spiccano nel campo microscopico i bacilli di Hansen raccolti in gran numero intorno ai giovani *Demodex* e agli uovi stessi, più raramente sparsi sulla massa sebacea sopradescritta. Sorprende il vedere tanta quantità di bacilli attorno e a contatto dei *Demodex*, mentre non si riesce a scorgerne la presenza entro la massa granulosa dei *Demodex* medesimi, forse per la loro intensa colorazione.

Da ultimo in un solo campo microscopico [Fig. IV°] vedesi un grosso *Demodex* con i caratteri della 1ª *varietà*, il quale giace sopra i detriti corneo-sebacei di alcuni comedoni molli delle pinne nasali, distesi con una certa uniformità sul porta-oggetti. È d' uopo qui rilevare che i follicoli, da cui furono estratti i comedoni, erano impiantati su base infiltrata di nodetti leprosi, per modo che è facile comprendere come la compressione, esercitata sulla pelle delle pinne nasali, abbia potuto provocare non solo l' espulsione dei comedoni, ma ancora l' uscita di alcuni elementi istologici del leproma perifollicolare, soprattutto se questo avesse invaso la guaina epidermica, e avesse subìto in qualche punto un ramollimento degenerativo: dappoichè si scorgono non soltanto bacilli di Hansen, isolati, o riuniti in fascetti attorno, o a contatto, del *Demodex*, specie nella sua porzione addominale, ma ancora si trovano in masse rotondeggianti, evidentemente contenute un tempo entro cellule: infatti queste per la loro grandezza e per la loro conformazione non sono che le cellule leprose, forse penetrate sotto la pressione delle dita entro il follicolo, e da questo espulse insieme con la massa corneo-sebacea del comedone e col *Demodex* medesimo, sebbene la spontanea invasione da parte dei bacilli di Hansen avvenga facilmente entro la cavità follicolare.

Ho voluto accennare a questa particolarità microscopica per mostrare, come ho detto più sopra, la possibilità della penetrazione di bacilli leprosi nell' atto della preparazione dei comedoni. Tuttavolta, come ho notato ancora, tale evenienza può essere allontanata, allorchè la preparazione dei comedoni venga fatta sulla pelle delle pinne nasali, priva affatto di nodi leprosi.

In fine non voglio tacere, come anche qui io abbia spinto l' esame microscopico entro il canale alimentare del *Demodex*, il quale, essendo alquanto più trasparente degli altri sopradescritti, poteva lasciare scorgere assai meglio il contenuto del canale medesimo: ma

non fu possibile illuminare convenientemente la parte mediana dell' addome del parassita, essendo questa occupata da una sostanza granulosa assai densa e intensamente colorata in rosso-bruno; potei soltanto scorgere bacilli leprosi aderenti alla superficie esterna dell' estremità caudale, essendo questa assai trasparente, e ben visibile la caratteristica striatura.

Come dissi più sopra, nella tecnica di preparazione dei comedoni può accadere (nel far la compressione) l' uscita di cellule leprose dal leproma perifollicolare insieme con la massa del comedone: ed è però che, oltre l' investigazione microscopica dei comedoni stessi nei leprosi, avrei desiderato di rivolgere l' esame istologico anche ai follicoli sebacei delle pinne nasali, come fece il Borrel con felicissimo reperto. Ma nei leprosi, da me studiati, non fu possibile di recidere un lembetto di pelle in questa sede, non facile ad essere concessa dai pazienti per una biopsia.

Ho potuto tuttavia fare l' esame istologico di nodi leprosi, tolti da altre regioni: ma, come è noto, non è facile trovare i *Demodex* in certe sedi, benchè ricche di follicoli pilo-sebacei.

Comunque nei tagli, fatti sopra alcuni nodi leprosi, rinvenni scarsi follicoli, i quali, sebbene privi di *Demodex*, presentano un' abbondante neoformazione leprosa perifollicolare con numerose cellule ripiene di bacilli di Hansen. Ma ciò che merita di essere annotato è la presenza di bacilli di Hansen, sia isolati, sia riuniti in fascetti entro la guaina epidermica follicolare, bacilli che fanno mostra di sè anche dentro la cavità del follicolo: e, quando pure questa contenga il pelo, i bacilli si vedono liberi fra la guaina interna della radice e il pelo stesso. Laonde, se in detti follicoli si fosse trovato il *Demodex*, questo sarebbe venuto a contatto con i bacilli stessi, contatto seguito da tutti gli accidenti, relativi all' invasione del *Demodex* entro nuovi follicoli, come pure in queste condizioni facile sarebbe stata l' uscita dei bacilli sotto la compressione delle dita.

Come ben si comprende, siffatto reperto del *Demodex* e del bacillo insieme, entro i follicoli sebacei nei preparati di taglio, avrebbe dato la rappresentazione obbiettiva della topografia vera, occupata dai parassiti suddetti, facendo in pari tempo riconoscere la possibilità del trasporto dei bacilli in altre sedi per opera del *Demodex*.

Alla descrizione dei reperti microscopici nei comedoni dei leprosi, è d' uopo far seguire la risposta ad alcuni quesiti che si presentano intorno alla correlazione fra *Demodex* e bacillo di Hansen, come pure intorno al trasporto di questo, mercè la migrazione di quello: in altri termini, è d' uopo vedere in quale legame possa trovarsi il *Demodex* con l' etiologia della Lepra.

I. QUESITO. — Il Demodex può assorbire, o in qualsiasi modo raccogliere, bacilli di Hansen e in pari tempo può esso infettarsi?

Per rispondere al quesito è d' uopo analizzare le singole parti in esso contenute. Che possa il *Demodex* assorbire i bacilli di Hansen, non vi può essere alcun ostacolo per am-

metterlo, in quanto chè, come esso sugge il grasso delle ghiandole sebacee, così può assorbire i bacilli stessi, quando questi vengano a contatto con il secreto ghiandolare. Ora nei preparati sopradescritti si è dimostrato in modo indiscutibile, che i bacilli di Hansen trovansi nei comedoni insieme con il *Demodex*, fatto che è emerso con maggiore evidenza nei preparati di taglio, eseguiti dal Borrél, sopra i nodi delle pinne nasali, e come rinvenni io stesso, nei follicoli di altre sedi. È dunque naturale che il *Demodex*, trovandosi in queste favorevoli condizioni, possa col grasso, raccolto nei follicoli, assorbire anche i bacilli leprosi.

Ma se è logico questo modo di vedere rispetto al *Demodex*, non ha del pari l'appoggio sopra fatti di osservazione: dappoichè per quante ricerche io abbia istituito sopra parecchi *Demodex*, colorati col *liquido* di *Ziehl*, non mi venne mai fatto di vedere entro il loro canale alimentare la presenza di bacilli di Hansen. È pur vero che la grande copia di sostanza granulosa, raccolta nel canale alimentare e l'intensità di colorito rosso-bruno della medesima, potevano essere di ostacolo alla penetrazione della luce e alla netta visione dei bacilli; in ogni modo per ora non mi fu dato, non ostante la maggior diligenza che io abbia usata, di fare questa importante osservazione; alla quale avrebbe dovuto seguire l'altro punto importante del quesito, se nel *Demodex* possano moltiplicarsi i bacilli medesimi, o per meglio dire, se esso sia capace di infettarsi, come avviene per la zanzara malarica mercè il *Plasmodium*: il quale, siccome è noto, non solo in essa si fissa, vive e si moltiplica, ma vi compie uno speciale ciclo della sua evoluzione. E questo sarebbe senza dubbio il punto essenziale della questione per la etiologia della Lepra: dappoichè, ammesso che il bacillo venisse assorbito dal *Demodex*, sarebbe d'uopo vedere, se detto bacillo potesse fissarsi entro l'intestino, o in qualche organo dell'animale, per essere di poi trasportato sull'uomo. Ma per ora le mie ricerche, anche su questo punto, condurrebbero ad escludere una speciale localizzazione del bacillo leproso nel *Demodex*.

Che se non si è potuto dimostrare l'assorbimento del bacillo leproso da parte del *Demodex*, sta di fatto, che quello si è trovato quasi sempre a contatto, o anche sulla superficie stessa addominale di questo: così pure in qualche preparato microscopico si rinvennero bacilli leprosi aderenti alla parte cefalica e agli arti stessi. È pur vero che queste sono piccole particolarità microscopiche, ma per la questione del trasporto del bacillo leproso possono avere sempre non poca importanza.

Concludendo: dai reperti microscopici, ottenuti sopra comedoni e sul secreto grasso ghiandolare si può stabilire che il *Demodex*, mentre non mostra di assorbire i bacilli di Hansen, può raccogliere quelli, già penetrati nei follicoli pilo-sebacei.

II. QUESITO. — Ammesso che il Demodex abbia raccolto i bacilli di Hansen sopra i leprosi, può esso trasportarli sopra individui sani, e immetterli entro i follicoli pilo-sebacei e nelle ghiandole sebacee libere?

L'importanza della questione non può sfuggire ad alcuno; poichè tutto stà qui; dimostrare in quali condizioni possa il *Demodex* farsi portatore del bacillo leproso.

Che il *Demodex* possa trasportare il bacillo di Hansen dai malati ai sani, ovvero sul paziente stesso, noi, in base ai reperti microscopici sopra esposti, potremmo rispondere

in modo affermativo. Ma, come dirò più tardi, non abbiamo ancora prove dirette per la dimostrazione di questo trasporto.

Intanto è verosimile che questo avvenga in siffatta guisa, avendo visto il bacillo di Hansen, aderente alla superficie esterna del *Demodex*. Ne consegue che in tale condizione il *Demodex* nelle sue migrazioni, o sulla pelle del leproso stesso, o sopra quella di individui sani possa trasportare il bacillo, di cui esso è carico, e depositarlo, ove egli penetra. Ora è noto che il *Demodex* penetra soltanto nei follicoli pilo-sebacei, di cui è abitatore costante, e mai fuori dei follicoli stessi, non potendo come si è detto più sopra, pungere la pelle, perchè sprovvisto di speciali congegni cornei, deputati a quell'uso. Occorre dunque ammettere che, in queste speciali condizioni, il *Demodex* possa farsi veicolo del bacillo di Hansen entro i follicoli pilo-sebacei, e nelle ghiandole sebacee libere.

III. QUESITO. — Trasportato dal Demodex entro il follicolo pilo-sebaceo il bacillo di Hansen, può questo uscire e fissarsi sulla superficie epidermica, per essere nuovamente introdotto dal Demodex nel follicolo stesso: ovvero può esso staccarsi dall'epidermide e cadere nell'ambiente, ove vive il leproso?

La sistemazione dei Lepromi in rispondenza dei follicoli, fin dall'inizio del loro sviluppo, [Babes] e la penetrazione dei bacilli di Hansen entro i medesimi hanno condotto a studiare altre questioni, inerenti alla etiologia della Lepra. E soprattutto, dopo aver trovato nei comedoni *(concreti e molli)* che i bacilli leprosi sono compagni del *Demodex*, ne consegue che essi, eliminandosi per l'ostio follicolare, o dal condotto escretore della ghiandola sebacea, si versino all'esterno, rimanendo aderenti alla superficie cutanea, o cadendo nell'ambiente, in cui vive il leproso. A questo proposito Unna in base a ricerche proprie afferma, che i bacilli possano uscire in grande copia dai follicoli pilo-sebacei, per modo che questi sarebbero come tanti crateri, dai quali verrebbero espulsi i bacilli all'esterno. Ma l'affermazione di Unna non aveva avuto ancora una conferma e perciò non era condivisa dai Leprologi.

A questo fine io presi a studiare in questi ultimi tempi alcuno dei leprosi sopramentovati, investigando minutamente i prodotti cutanei liberi sulla superficie epidermica e facendone preparati microscopici in due modi:

a) raspando leggermente, con la lama del bisturi, o con un piccolo cucchiaio raschiatore la superficie epidermica in diverse regioni, ed il prodotto, così raccolto, l'ho disteso su vetri porta-oggetti.

b) comprimendo i vetri porta-oggetti sulla pelle di alcune regioni ricche di follicoli. (1)

---

(1) Una cautela, assai utile nell'apparecchiamento dei preparati microscopici, è quella di bagnare la superficie del porta-oggetto con acqua distillata calda, o anche con acqua di anilina mista a poche goccie di acido fenico puro. Per fare ciò, basta porre sul porta-oggetti una goccia di acqua, e, strisciatala col dito, inumidire con essa la superficie del porta-oggetti. In tale maniera il prodotto *squamoso-sebaceo*, raccolto mercè raspamento dalla superficie cutanea, si distende in sottilissimo strato, e distesolo, si dissecca alla fiamma: allora la sostanza disseccata sul vetro si fissa, e rimane aderente così, da permettere tutti i singoli trattamenti per la colorazione e per la lavanda del preparato: nello stesso modo bagnata la superficie del porta-oggetto, si procede *per compressione* alla raccolta del prodotto cutaneo.

Apparecchiati così i preparati in buon numero e coloratili con il liquido di *Ziehl*, ecco quanto mi fu dato di rilevare all'esame microscopico: *(Ob. imm: Omog).*

1° — nei preparati fatti col prodotto raspato i bacilli leprosi spiccano intensamente colorati, più o meno numerosi, sia separati, sia riuniti in fascetti, d'ordinario liberi fra le squame epidermiche, più raramente aderenti alle squame medesime: nullameno in qualche preparato ben riuscito possono trovarsi molti bacilli di Hansen, riuniti in fascetti, o anche isolati, assai aderenti alle lamelle cornee. È d' uopo però rilevare, che dei molti preparati fatti in tal guisa, non tutti danno un reperto sicuramente dimostrativo: ed è però che non bisogna limitarne il numero, se vi si vuole ottenere un risultato microscopico chiaro e convincente.

2° — i preparati *per compressione* danno un reperto rarissimo di bacilli leprosi, sempre isolati, o in mezzo a detriti e ad altri microrganismi. Ma la rarità dei bacilli leprosi devesi qui alla scarsezza del materiale che si raccoglie col porta-oggetto, semplicemente compresso sulla pelle.

Pertanto l'esame microscopico fu istituito su varie topografie cutanee, e dove riuscì più di frequente e più dimostrativo, fu nella regione frontale, nelle pinne nasali, nelle gote, nel padiglione e nella conca dell'orecchio e nel dorso: più raro fu il reperto nelle regioni estensorie degli arti superiori.

Rispetto alla forma della Lepra è d' uopo rilevare, che la ricerca microscopica è più sicura nell' eruzioni piuttosto inveterate, o in quelle in cui le efflorescenze sono asssai spiccate, ed è però che il leproso del N° II ha servito ottimamente a questo scopo; si può stabilire in generale che nelle forme *nodose*, *o papulo-nodose*, specie nel periodo di desquamazione, e, meglio ancora, quando si hanno nodi in rispondenza dei follicoli delle pinne nasali, delle sopraciglia, e del mento, il prodotto, raccolto dalla superficie epidermica con lieve raspamento, mostra con maggiore o minor frequenza il bacillo di Hansen: laddove nelle forme piane *eritematose, maculose*, l'esame microscopico offre un reperto positivo assai raro, o soltanto nello stadio desquamativo.

Or bene l'importanza di questo reperto microscopico, mentre dà piena conferma alle ricerche di Unna (non ancora condivise da tutti), si fa maggiormente palese sotto il rispetto *etiologico* e *profilattico:* dappoichè, oltre gli altri veicoli del virus leproso già noti, [muco nasale, saliva, orina, feci.....], devesi tenere conto anche dei prodotti squamoso-sebacei, che si eliminano dalla superficie epidermica: questi, ben presto cadendo nell'ambiente, quivi per mancata igiene possono rimanere per un tempo più o meno lungo; e di poi sollevandosi sotto forma di pulviscolo, vengono a penetrare per la via nasale d' individui sani, provocando quivi il primo innesto. Ed ecco che nella trasmissione della Lepra, non solo devesi tener noto della ereditarietà e dei contatti diretti, ma ancora dell'*ambiente leproso*, che si formerebbe per l'accumulo in un luogo circoscritto di tanti prodotti di esfogliazione epidermica e di secrezione, sia delle mucose (muco nasale, saliva) sia della pelle.

IV. QUESITO. — Trasportato dal Demodex il bacillo di Hansen nel follicolo pilosebaceo, può quivi formarsi il nodulo leproso?

Non è senza interesse per l'etiologia della Lepra discutere questo punto della questione, riguardante la sede follicolare del bacillo. Che i follicoli pilo-sebacei possano essere ricettacoli del bacillo di Hansen, non può oggidì andare più incontro a dubbio alcuno, dopo le accurate ricerche d'illustri istologi (Babbes, Borrél, Bouzet, e Unna), e aggiungo ancora dopo quelle ripetute e confermate da me, quali ho esposto più sopra.

Rimane però sempre aperto alla discussione, il quesito posto qui: se il bacillo di Hansen, portato nei follicoli pilo-sebacei e nelle ghiandole sebacee libere, possa trovare un terreno adatto per la formazione del leproma.

Ora è noto che il bacillo di Hansen trova il suo ambiente naturale nel connettivo: anzi secondo Unna, i bacilli leprosi, penetrati nelle lacune linfatiche, qui piglierebbero rigoglioso sviluppo, e, come egli afferma, darebbero luogo ad una vera coltura *endolacunare* sotto forma di masse bacillari rotondeggianti: opinione che non può oggi più sostenersi, poichè, dissociando le cellule leprose e mettendole in evidenza con il *liquido* di *Ziehl*, si trovano bacilli *endocellulari*, come dimostrò per il primo Hansen medesimo, e come ognuno può di per sè confermare con il prodotto del semplice raschiamento di un nodulo leproso.

Comunque i bacilli leprosi, essendo immobili, verrebbero per fagocitosi raccolti dalle cellule connettive, non differenti, secondo alcuni, dai leucociti *mononucleati*, e secondo il Metchinikoff, identiche a questi, e da esso considerate come *macrofage* per questa loro attività funzionale; entro queste cellule i bacilli si svilupperebbero in gran numero, dando luogo, come dicono alcuni, ad una cultura pura dei bacilli suddetti. Ma queste così dette *cellule leprose*, non hanno lunga vita, e presto, reagendo al bacillo, si vacuolizzano nel loro protoplasma e cadono in necrosi; alla loro volta i bacilli, uscendo da esse, sono captati da altre cellule macrofage, cosichè con questo succedersi di nuove generazioni di cellule leprose, accanto ad altre che si distruggono, si ha la formazione del leproma, alla quale, oltre i mononucleati, prendono parte le plasmacellule, le mastzelle, le cellule fisse del connettivo, e bene spesso fra tutti questi elementi, trovansi anche cellule giganti.

Se dunque il bacillo leproso vive e si moltiplica entro cellule connettive, ne consegue che desso, portato dal *Demodex* entro i follicoli pilo sebacei, verrebbe a trovarsi a contatto con il secreto grasso e coll'epitelio del follicolo, o degli acini ghiandolari, o del condotto escretore: in altri termini, il bacillo di Hansen verrebbe quivi in presenza di elementi istologici non adatti alla reazione infiammatoria specifica, e perciò rimarrebbe in loco, come sequestro inerte: donde si potrebbe concludere che l'opera del *Demodex*, portata sopra un terreno inadatto allo sviluppo del Leproma, non riuscirebbe affatto dannosa anche col trasporto del bacillo.

Tuttavolta il bacillo di Hansen, sebbene privo di movimento, potrebbe trovare una via di uscita dal follicolo e dalla ghiandola sebacea per alterazioni dell'epitelio, sia della guaina epidermica follicolare, sia dell'acino ghiandolare. A dir vero, mancano ricerche apposite intorno all'azione patogena del bacillo di Hansen sull'epitelio del follicolo e dell'acino ghiandolare: in ogni modo anche dopo le ricerche del Borrél, non si può affermare che avvenga la distruzione dell'epitelio del condotto, o dell'acino ghiandolare per degenerazione grassa del medesimo a contatto con il bacillo.

Ma devesi tener conto di altre condizioni patologiche, perchè avvenga la penetrazione del bacillo di Hansen nel connettivo perifollicolare attraverso le pareti del follicolo pilo-sebaceo. Fra queste accennerò dapprima alla presenza del *Demodex*, il quale può provocare sull'epitelio dell'acino ghiandolare una maggiore rapidità nella trasformazione grassa del medesimo, in guisa da portarne un più facile distacco: ed ecco allora che il bacillo di Hansen, trasportato ivi dal *Demodex*, viene a trovarsi a contatto col derma follicolare. Ma un'altra condizione patologica potrebbe condurre al medesimo risultato, e questa sarebbe rappresentata da una follicolite e perifollicolite suppurativa, facile a verificarsi per molteplici cause nei follicoli delle pinne nasali. Comunque, avvenuto questo processo infiammatorio perifollicolare, e distrutta la parete del follicolo, del condotto escretore, o dell'acino della ghiandola sebacea, i bacilli, ivi contenuti, verrebbero ugualmente a contatto non solo con gli elementi del pus, ma ancora con le cellule connettive, alle quali porterebbero il loro stimolo neoformativo, e dalle quali sarebbero di poi raccolti per fagocitosi. Queste, a mio avviso, sono le evenienze più verosimili, che possono portare l'uscita dei bacilli leprosi dalla sede follicolare nel derma perifollicolare, quando il trasporto di essi sia stato compiuto per opera del *Demodex*.

V. QUESITO. — Vi sono prove dirette per riconoscere questa maniera di neoformazione del Leproma? In altri termini: basta come prova sicura la sola presenza del bacillo di Hansen nel follicolo pilo-sebaceo insieme al Demodex, per ammettere che il trasporto di quello avvenne per opera di questo?

Prove dirette e sperimentali intorno a questo speciale processo patogenetico della Lepra mancano fino qui, non avendo alcun osservatore colto il momento in cui interviene questo trasporto del bacillo di Hansen. Ciò non ostante come prova indiretta possiamo addurre questa: che il *Demodex* è per eccellenza un parassita di famiglia [Borrél], abitatore costante nei follicoli della pelle umana, cosichè esso è anche ereditario, e passa da persona a persona nella stessa famiglia.

Ora tutto questo non può dirsi degli altri insetti, specie di quelli *succhiatori*, accusati come portatori del virus leproso: dappoichè per essi si possono sempre sollevare obbiezioni sotto molti rispetti e principalmente in riguardo dei loro rapporti fra leprosi e sani. Infatti alcuni degli insetti, ritenuti come *leprofori*, non vivono in certe regioni colpite dalla Lepra, come alcune specie di *zanzare* e certe famiglie di *ditteri:* e così pure la *Sarcopsylla penetrans*, tanto accusata come propagatrice del bacillo leproso, manca in alcuni paesi. Non basta: la rigorosa igiene della casa, presso alcuni popoli, può tenere lontano dalle famiglie altri insetti, sospetti per il trasporto del bacillo leproso, come la *Cimex Lectularis*, e lo stesso *Sarcoptes Scabiei:* eppure, non ostante il mancato intervento di questi insetti, si ha la Lepra presso alcune famiglie.

Al contrario il *Demodex* ha il suo *habitat* fisso sull'uomo; donde può, per le sue migrazioni, trasportare coi prodotti della pelle il bacillo leproso dai malati ai sani. La difficoltà, come si è detto più sopra, sta nel dimostrare il momento della migrazione del *Demodex:* dappoichè, come ben si comprende, è assai malagevole imbattersi in questo periodo di

passaggio del *Demodex* da padre leproso a figlio sano, soprattutto nei primi anni della fanciullezza.

Comunque, dopo i reperti microscopici nei comedoni dei leprosi, esposti più sopra, noi abbiamo un argomento presuntivo assai valido, per ammettere questo trasporto del bacillo per opera del *Demodex* e lo sviluppo del leproma per la via follicolare. E sotto questo rispetto un altro argomento, che favorirebbe la possibilità del trasporto del bacillo leproso da parte del *Demodex*, è il reperto di questo, ottenuto da me, nei follicoli delle *vibrisse*, come potei dimostrare alcuni anni or sono in certe forme di follicoliti nodoso-pustolose del contorno delle narici. E fu sovrattutto sul promontorio delle vibrisse, che io rinvenni alcuni follicoli, contenenti molti *Demodex* insieme a microrganismi batterici, trasportati nelle loro cavità dai *Demodex* medesimi. Lo stesso reperto ottenni una sola volta in uno dei leprosi da me studiati: e sebbene la coesistenza del *Demodex* e del bacillo leproso in un follicolo delle vibrisse possa attribuirsi ad una penetrazione accidentale del bacillo stesso per il veicolo del muco nasale, nullameno il fatto ha di per sè un qualche valore, non solo per la questione generale del contagio leproso, ma ancora per darci la spiegazione del primitivo esordio della Lepra, così frequente nella mucosa nasale. Certo è, che questo fatto isolato non può bastare per risolvere il quesito posto più sopra: occorre tuttavia insistere, perchè questo reperto microscopico possa avere altre e più luminose conferme.

Dinanzi ad una questione di tanta importanza per la etiologia della Lepra, sarebbe stato opportuno appigliarsi all'esperimento. Ma qui la via sperimentale è piena di ostacoli, soprattutto per la scelta dell'animale adatto a questo fine, non potendo noi ricorrere all'uomo. (1)

---

(1) Gli esperimenti sull'uomo furono fatti da alcuni Leprologi (Danilsen, Profeta, Arning), ma i tentativi di innesto con materiale leproso non ebbero alcun risultato sicuro: si cita come esempio di innesto positivo il caso di *Keann* il quale, dopo l'inoculazione del prodotto leproso morì di Lepra. Ma anche su questo caso si solleva l'obbiezione, che il delinquente *Keann* fosse già precedentemente leproso. Comunque i leprologi hanno continuato gli esperimenti di innesto sugli animali, che qui sarebbe troppo lungo riferire di tutti. — In questi ultimi anni lo Stanziale ha ripigliato le ricerche sperimentali mercè l'innesto di frammenti di nodi leprosi nella camera anteriore dell'occhio dei conigli, e ritiene di avere provocata a distanza dal trapianto, sia nella spessezza della cornea, sia nell'iride, focolai di lepromi con intervento e moltiplicazione di bacilli. — Malgrado le obbiezioni sollevate sul risultato di questi esperimenti, il Chirivino, ripetendo gli innesti secondo il metodo dello Stanziale con pezzetti di nodi leprosi, avrebbe ottenuto la neoformazione di piccoli *lepromi* ben distinti e isolati nella cornea e nell'iride a distanza dal trapianto. Ma il Serra avrebbe fatto un passo più innanzi, ottenendo lepromi mercè l'innesto nella camera anteriore dell'occhio di conigli con culture di bacilli leprosi. Anche il Verrotti ha ripetuto le ricerche d'inoculazione con identici risultati: ma mentre Egli conclude che le prime indagini fanno ammettere la possibilità di un tentativo di riproduzione, invece negli ultimi esperimenti, fatti sopra una scimmia inferiore (*Cercopithecus*), mercè l'inoculazione di emulsione di leproma *intracardiaca* e *sottocutanea* simultanea, ottenne, non solo la produzione di un nodo primitivo nel punto d'innesto (braccio sinistro), ma ancora una neoformazione di noduli secondari nell'antibraccio destro In seguito a questo risultato il Verrotti ritiene giustamente di avere ottenuto la riproduzione di un leproma, che è quanto dire di aver riprodotto il processo leproso in tutti i suoi caratteri istopatologici più evidenti, confermando così le esperienze dello Stanziale. Si dovrà con ciò concludere, che si è ottenuta la riproduzione della Lepra nella sua forma clinico-morfologica? La risposta a tale quesito si attende dalle future ricerche.

È d' uopo per ciò attendere che le prove, già da tempo iniziate dai Leprologi, e riprese in questi ultimi anni, prima dallo Stanziale e di poi dal Chirivino, dal Serra e dal Verotti..., abbiano a portare maggior luce su questo punto assai oscuro del contagio leproso. In ogni modo, tenendo conto dei risultati sperimentali, ottenuti fin qui, se non fu riprodotta la Lepra nei suoi caratteri clinico-morfologici, nullameno si potè riprodurre (coll' innesto di frammenti freschi) il processo leproso, mercè lo sviluppo di una neoformazione coi caratteri d' un leproma, più o meno distante dall' innesto medesimo. Il che è qualche cosa: ma agli esperimenti futuri, e soprattutto tenendo alla scelta dell' animale, (1) è riposta la speranza di raggiungere la meta tanto desiderata.

CONCLUSIONI

Volendo ora riassumere in breve quanto fu detto fin qui, è d'uopo confessare, che le ricerche fatte [non ostante le speranze concepite in sul principio di questo studio] non hanno portato ancora quella luce sull' argomento, da chiarire la cooperazione del *Demodex* nella etiologia della Lepra. Comunque questo studio clinico-istologico, riguardato pure nella sua modestia, non ha altra pretenzione che quella di aver servito a stabilire la frequenza del *Demodex* nei follicoli pilo-sebacei del leproso, non che altre questioni inerenti all' etiologia della Lepra; laonde, tenendo conto dei reperti microscopici, ottenuti nei leprosi sopramentovati, ecco le conclusioni, alle quali possiamo venire:

1.° Il *Demodex*, come parassita di famiglia, e perciò ereditario, sarebbe il meglio deputato al trasporto del bacillo di Hansen dal leproso al sano. Le condizioni per siffatto trasporto sarebbero evidenti e favorevoli, come si è detto più sopra, specialmente quando il *Demodex* reca sulla sua superficie il bacillo di Hansen: in tale momento, emigrando da persona a persona, può portare l' innesto del bacillo.

2.° Sebbene non vi siano prove dirette per siffatta maniera di contagio della Lepra, nullameno è molto verosimile che il *Demodex* possa trasportare il bacillo di Hansen e diffonderlo sul portatore stesso della malattia.

3.° Parimente non vi sono prove dirette per dimostrare che, portato dal *Demodex* il bacillo di Hansen nei follicoli, possa qui svilupparsi il leproma; in ogni modo alcune condizioni, esposte più sopra, potrebbero favorire la penetrazione del bacillo dal follicolo

(1) Per l'argomento che qui si discute, fra gli animali, anche il *cane* (specialmente di alcune razze) potrebbe, sotto qualche rispetto, servire per la dimostrazione di una parte dell' esperimento, che è quanto dire, per il trasporto del bacillo leproso entro il follicolo, mercè il *Demodex*. Prendendo i cani, soggetti alla *rogna demodettica*, si potrebbe sopra i medesimi portare, in un area circoscritta, il bacillo leproso, e ricercare più tardi, se questo venisse immesso entro i follicoli dal *Demodex* medesimo. Ma, come ho detto testè, da questa prova non si potrebbe avere altro risultato che quello di mostrare il *Demodex* quale veicolo del bacillo leproso sopra questo animale, mai però lo sviluppo della Lepra nella sua forma clinico-morfologica.

pilifero, o dall'acino ghiandolare nel derma perifollicolare, terreno adatto per lo sviluppo del leproma medesimo.

4.° Dalle ricerche sopra esposte si ha la prova dimostrativa, che il bacillo di Hansen, non solo piglia sua dimora nel follicolo, ma da questo può uscire e rimanere a fior di epidermide e quivi, forse, ripreso dal *Demodex*, può tornare di nuovo entro i follicoli, ovvero, staccandosi dalla medesima insieme alle lamelle cornee, si versa all'esterno, e cade nell'ambiente, recando il contagio in varie maniere.

5.° Il bacillo di Hansen può essere portato dal *Demodex* nei follicoli delle vibrisse, fatto che, se avrà nuove e più evidenti conferme, potrà costituire un valido argomento per ammettere il primitivo innesto del virus nella mucosa nasale.

SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA

Fig. 1ª — Un campo microscopico, da un preparato di comedoni, con bacilli leprosi a contatto con grosso *Demodex*.

Fig. 2ª — Due campi microscopici di un preparato di comedoni, ravvicinati, contenenti ognuno bacilli leprosi attorno ad ambedue i *Demodex*, appartenenti questi alla *2ª varietà di Wilson*.

Fig. 3ª — Comprende quattro distinti punti di un preparato microscopico di comedoni con due uova mature, e due giovani *Demodex*, attorno ai quali vedonsi disseminati bacilli leprosi.

Fig. 4ª — Grosso *Demodex* (*1ª varietà di Wilson*), preparato da alcuni comedoni, il quale trovasi a contatto con bacilli leprosi.

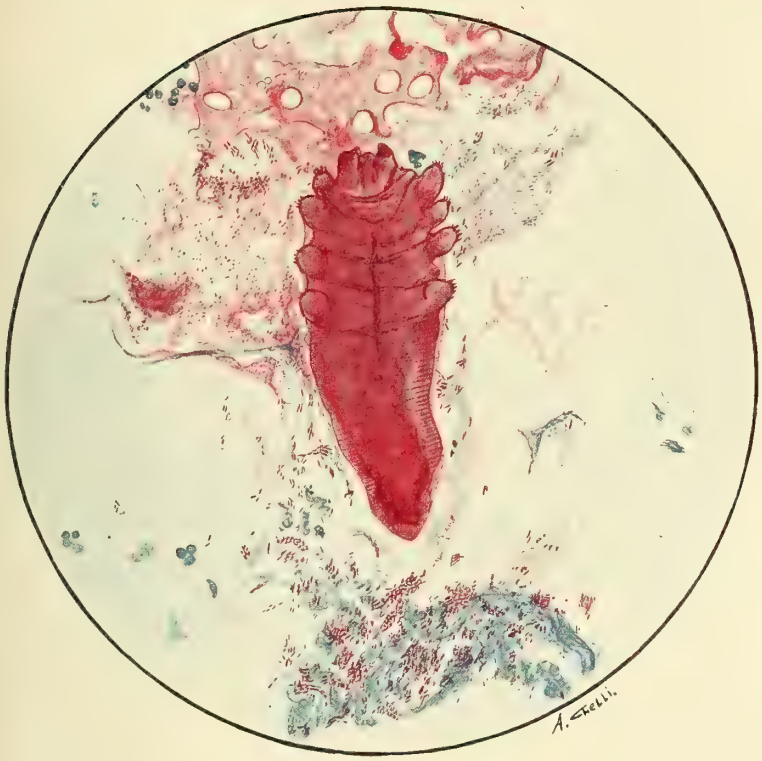


Fig. 1

Fig. 2

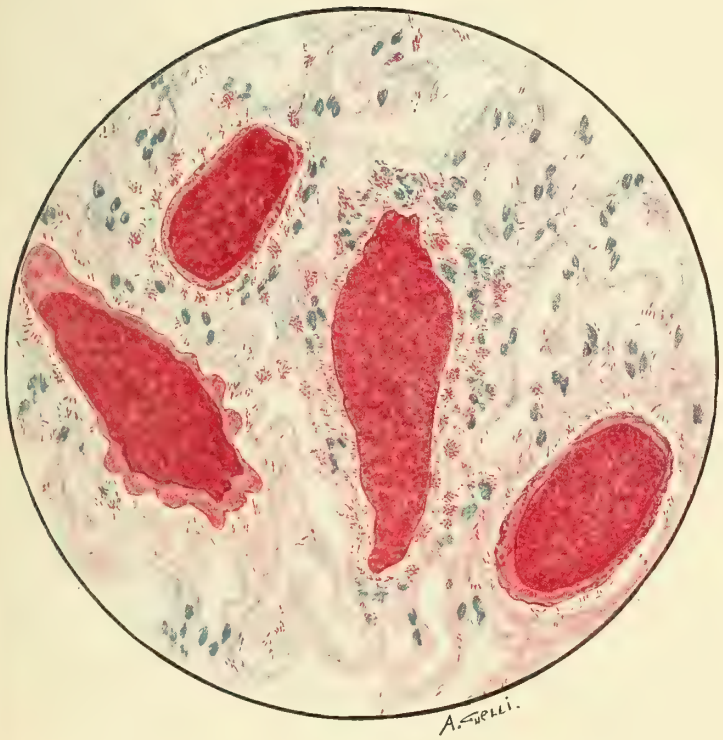


Fig. 3

Fig. 4

BIBLIOGRAFIA

D. Majocchi — L'Acaro dei follicoli (Demodex folliculorm) nelle ghiandole meiboniane dell'uomo. (Atti dell'Accademia medica di Roma Anno V° Fasc. 1°) 1879.

D. Majocchi — Intorno al Demodex folliculorum nelle ghiandole meiboniane e nei follicoli cigliari dell'uomo e di alcuni mammiferi..... Memoria. R^a^ Accademia delle scienze dell'Istituto di Bologna — Serie V^a^ Tom. VI.) 1897.

D. Majocchi — Demodex folliculorum in qualche rara affezione cutanea e speciale reperto del medesimo nei follicoli delle ciglia e delle vibrisse. (Memoria R^a^ Accademia delle scienze dell'Istituto di Bologna — Serie V^a^ Tom: VIII.) 1900.

E. Bertarelli e U. Paranhos — *Sulla diffusione della lebbra mediante gli acaridi. (Giornale italiano delle malattie veneree e della pelle).* — Vol. LI. An. XLV. Fasc. VI° 1910.

A. Borrél — *Acariens et Lèpra.* (Annales de l'Istitut Pasteur — (Tom. XXIII° 1909).

E. Marchoux et G. Bourret — *Recherches sor la transmission de la Lépre* (Annales de l'Istitut Pasteur — T. XXIII. pag. 513. 1909).

Leredde et Pautrier — *Le diagnostic de la Lépre et du lepus tuberculeux du nez pur l'examen bactériologique du mucus nasal après l'ingestion du jodure de potassium (Revue practique des mal. cut. — 1903).*

Siebert — *Baiträge zur Kenntnis der jodreahction der Leprösen — Lepra, t. V° fasc. IV. 1905*

A. Lustig — *Malattie infettive dell'uomo e degli animali. Trattato di parassitologia — Vol. I°.*

Martemucci — Dermatite follicolosa (*Archivio della Veterinaria italiana* — pag. 362) 1868.

Verotti G. — Risulti ottenuti dalle inoculazioni intraperitoneali di emulsioni di Leproma nei conigli. *(Giornale italiano delle malattie veneree e della pelle).* — Vol. LIV. Fasc. 1° 1913.

Verotti G. — Inoculazione di Emulsione di Leproma intracardiaca e sottocutanea..... *(Giornale italiano delle malattie veneree e della pelle. — Vol. LV. Fasc. V°)* 1914.

Hutchinson. Jonathan — *Lepra und Cimex. The Britisch medical Journal.* 1911 — August 26 pag. 463.

Friedrich Gmeiner — Demodex folliculorum der Menschen und der Tiere. (Arch. f. Dermat. u. Syphilis. — 1908. B. 29.

INDICE

A. Righi — *Ricerche sperimentali sui raggi magnetici in diversi gas e miscugli gassosi* (con 19 Figure) . . . . . Pag. 3

S. Canevazzi — *Sulla conservazione delle opere cementizie in presenza degli olî e dei corpi grassi in genere* . . . . . » 37

F. Guarducci — *Determinazione di latitudine astronomica a Modena.* . . . » 41

G. Capellini — *Elefanti fossili nel R. Museo Geologico di Bologna* . . . . » 45

P. Albertoni e **P. Tullio** — *L' alimentazione maidica nel sano e nel pellagroso.* . . . . . » 59

A. Cavazzi — *Determinazione dell' anidride carbonica nei carbonati decomposti dalle soluzioni di cloruro di ammonio.* . . . . . » 93

A. Cavazzi — *Osservazioni e proposte intorno ai saggi chimici del gesso* . . » 105

A. Razzaboni — *Sulle superficie nelle quali i circoli osculatori delle linee di curvatura di un sistema tagliano un piano fisso sotto un angolo costante.* » 113

B. Galdi — *Sul calcare di Cresta del Gallo nell' Avellinese* . . . . . » 137

G. Ruggi — *Intorno alla nefroptosi teoricamente e praticamente considerata* (con 6 figure nel testo) . . . . . » 143

F. Guarducci — *Sul ripristinamento del centro trigonometrico di 1° ordine sul nuovo campanile di S. Marco di Venezia* . . . . . » 165

A. Baldoni — *Contributo all' esofagotomia nei solipedi* (con una tavola doppia). » 177

F. Enriques — *Sul teorema d' invarianza della serie canonica* $g_2^{\frac{p-1}{p-2}}$ *appartenente ad una curva algebrica di genere* p. . . . . » 189

M. Rajna — *Osservazioni meteorologiche dell' annata 1913, eseguite e calcolate dall' astronomo R. Pirazzoli e dall' astronomo aggiunto G. Horn nell' Osservatorio della R. Università di Bologna.* . . . . . » 195

A. Baldacci — *Leonardo da Vinci botanico e fondatore del metodo sperimentale.* . . . . . Pag. 225

P. Burgatti — *Sulle deformazioni finite dei corpi continui.* . . . . . » 237

I. Novi — *Determinazioni qualitative e quantitative dei lipoidi cerebrali nella narcosi cloroformica* . . . . . » 245

A. Ghigi — *Ricerche sulla eredità nei piccioni domestici. I. Eredità di caratteri cranici in rapporto alla origine delle razze domestiche* (con 2 tavole e 5 figure nel testo) . . . . . » 303

A. Poggi — *La neoformazione della cistifellea si ha nell' uomo dopo la colecistectomia?* (con tre figure) . . . . . » 331

G. Ciamician e **C. Ravenna** — *Sul contegno di alcune sostanze organiche nei vegetali.* VII. Memoria . . . . . » 339

F. Cavani — *La regola della simmetria in Geometria pratica* . . . . . » 353

L. Beccari — *Contributo allo studio delle funzioni dei cationi* Na, K *e* Ca *nel tessuto muscolare striato* (con 34 figure). . . . . » 359

F. Morini — *Sull' eteromorfismo delle foglie dell' Abies Alba e della Picea Excelsa considerato principalmente sotto il punto di vista biologico* . . » 391

D. Majocchi — *Il Demodex folliculorum sulla pelle dei Leprosi* (con una tavola). » 395

Finito di stampare
Dicembre 1914

INDICE

A. Baldoni — *Contributo all' esofagotomia nei solipedi* (con una tavola doppia). Pag. 177

F. Enriques — *Sul teorema d' invarianza della serie canonica* $g_2^{\frac{p-1}{p-2}}$ *appartenente ad una curva algebrica di genere p* . . . . . » 189

M. Rajna — *Osservazioni meteorologiche dell' annata 1913, eseguite e calcolate dall' astronomo R. Pirazzoli e dall' astronomo aggiunto G. Horn nell' Osservatorio della R. Università di Bologna* . . . . . » 195

A. Baldacci — *Leonardo da Vinci botanico e fondatore del metodo sperimentale* . . . . . » 225

P. Burgatti — *Sulle deformazioni finite dei corpi continui* . . . . . » 237

I. Novi — *Determinazioni qualitative e quantitative dei lipoidi cerebrali nella narcosi cloroformica* . . . . . » 245

A. Ghigi — *Ricerche sulla eredità nei piccioni domestici. I. Eredità di caratteri cranici in rapporto alla origine delle razze domestiche* (con 2 tavole e 5 figure nel testo) . . . . . » 303

A. Poggi — *La neoformazione della cistifellea si ha nell' uomo dopo la colecistectomia?* (con tre figure) . . . . . » 331

G. Ciamician e **C. Ravenna** — *Sul contegno di alcune sostanze organiche nei vegetali.* VII. Memoria . . . . . » 339

F. Cavani — *La regola della simmetria in Geometria pratica* . . . . . » 353

L. Beccari — *Contributo allo studio delle funzioni dei cationi* Na, K *e* Ca *nel tessuto muscolare striato* (con 34 figure) . . . . . » 359

F. Morini — *Sull' eteromorfismo delle foglie dell' Abies Alba e della Picea Excelsa considerato principalmente sotto il punto di vista biologico* . . » 391

D. Majocchi — *Il Demodex folliculorum sulla pelle dei Leprosi* (con una tavola). » 395

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01305 0877